T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

MAKİNE TEKNOLOJİSİ

HAREKET SİSTEMLERİ
521MMI659

Ankara, 2012

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR iii
GİRİŞ 1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 2
1. SİNEMATİK(KİNEMATİK) 2
1.1. Sinematiğin Tanımı 2
1.2. Hareket ve Elemanları 3
1.2.1.Hareketin Elemanları 4
1.2.2. Hareketle İlgili Bilinmesi Gereken Bazı Kavramlar 5
1.2.3. Sinematikte Kullanılan Birimler 5
1.3. Hareketin Sınıflandırılması 5
1.3.1. Yörüngeye Göre Sınıflandırma 5
1.3.2.Hıza Göre Sınıflandırma 6
1.4. Doğrusal Hareket 6
1.4.1.Düzgün Doğrusal Hareket 7
1.5. Düzgün Değişen Doğrusal Hareket 10
1.5.1. Hız, İvme, Alınan Yol ve Zaman Arasındaki Bağıntılar 10
1.5.2. Gelişigüzel Değişen Doğrusal Hareket 11
1.5.3. Serbest Düşme 12
1.5.4. Düşey Atış 15
1.6. Bileşik Hareket 18
1.7.Dairesel Hareket 19
1.7.1. Tanımı 19
1.7.2.Dairesel Hareketle İlgili Temel Kavramlar 20
1.7.2. Çizgisel ve Açısal Hız 20
1.7.3. Açısal İvme 21
1.7.4. Düzgün Değişen Dairesel Hareket 21
UYGULAMA FAALİYETİ 23
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 24
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 27
2. DİNAMİK 27
2.1. Dinamiğin Tanımı 27
2.1.1. Atalet(Eylemsizlik) ve Kütle 27
2.2. Newton Kanunları 28
2.2.1. Newton'un Birinci Hareket Kanunu (Eylemsizlik prensibi) 28
2.2.2. Newton'un İkinci Hareket Kanunu (2.Temel Yasa, dinamiğin temel prensibi) 29
2.2.3.Newton'un Üçüncü Hareket Kanunu (Etki-Tepki Prensibi) 31
UYGULAMA FAALİYETİ 32
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 34
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 36
3. SÜRTÜNME 36
3.1. Tanımı ve Çeşitleri 36
3.1.1.Sürtünme Kuvvetinin Bağlı Olduğu Etkenler 37
3.1.2.Sürtünme Kuvvetinin Etkileri 37
3.1.3.Sürtünme Kuvvetini Artırmak ve Azaltmanın Yolları 38
3.2.Kayma Sürtünmesi 38
3.2.1. Kinetik Sürtünme Kuvveti 38

3.2.2. Statik Sürtünme Kuvveti (Fs):.....39
3.3. Muylu ve Yataklarda Meydana Gelen Sürtünme.....39
3.4.Yuvarlanma Sürtünmesi.....39
3.5.Sürtünme Kuvveti.....39
3.5.1. Sürtünme Kuvvetinin Özellikleri.....43
3.5.2.Eğik Düzlem.....43
UYGULAMA FAALİYETİ.....46
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....48
ÖĞRENME FAALİYETİ- 4.....50
4. MERKEZKAÇ KUVVET.....50
4.1. Tanımı.....50
4.2.Newton'un 2. Yasasının Dairesel Harekete Uygulanması.....51
4.3. Kütle, Çevresel Hız, Açısal Hız ve Yarıçapla Olan Bağlantı.....53
4.4. Teğetsel Kuvvet.....54
UYGULAMA FAALİYETİ.....56
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....58
ÖĞRENME FAALİYETİ- 5.....60
5.İş, Güç ve Enerji.....60
5.1. İş ve Anlamı.....60
5.2. İş Birimleri.....61
5.3. Güç ve Birimleri.....63
5.4. Enerji Tanımı ve Çeşitleri.....64
5.4.1. Potansiyel Enerji.....65
5.4.2.Kinetik Enerji.....66
5.4.3. Enerjinin Korunumu.....67
UYGULAMA FAALİYETİ.....69
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....70
MODÜL DEĞERLENDİRME.....71
CEVAP ANAHTARLARI.....72
KAYNAKÇA.....74

AÇIKLAMALAR

KOD	
ALAN	**Makine Teknolojisi**
DAL/MESLEK	**Makine Teknolojisi Alanı Tüm Dallar**
MODÜLÜN ADI	**Hareket Sistemleri**
MODÜLÜN TANIMI	Makine parçaları imalatında parçaların çalışacakları konumlarda karşılaşabilecekleri hareket sistemlerinin analizini içeren öğrenme materyalidir**.**
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	Kuvvet Sistemleri modülünü başarmış olmak
YETERLİK	Hareket, sürtünme, merkezkaç kuvvet ve iş hesapları yapmak
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Bu modül ile gerekli ortam ve araç gereçler sağlandığında makine parçalarında hareket, dinamik, sürtünme, merkezkaç kuvvet, iş-güç ve enerji hesaplarını yapabileceksiniz. **Amaçlar** **1.** Hareketleri tanımlayabileceksiniz ve bunlarla ilgili hesapları yapabileceksiniz. **2.** Newton kanunlarını tanımlayabileceksiniz. **3.** Sürtünme ile ilgili hesapları yapabileceksiniz. **4.** Merkezkaç kuvvetlerle ile ilgili hesapları yapabileceksiniz. **5.** İş, güç ve enerji ile ilgili hesapları yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam:** Sınıf, makine atölyesi **Donanım:** Bilgisayar, projeksiyon, çizim takımları
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Doğada ve çevremizde karşılaştığımız olaylardan en temeli ve belirgini harekettir. Rüzgar, dünyanın dönüşü, hareket eden cisimler vb. bilinen ve görülen hareket olaylarıdır.

Galilei'nin "*Hareketi anlamak doğayı anlamaktır*" sözünden doğadaki olayların temelini hareketin oluşturduğu düşünülebilir. Evrende, en büyük galaksilerden gözle görülemeyecek kadar küçük olan elektron, atom, molekül gibi küçük parçacıklara kadar her şey hareket hâlindedir.

Tarihi gelişiminde fiziğin en eski kolu olan mekanik, hareketi ve hareketi oluşturan veya değiştiren sebeplerle birlikte bu sebeplerin veya hareketin sonuçlarını inceler.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Hareket ve çeşitlerini kavrayarak hesaplarını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

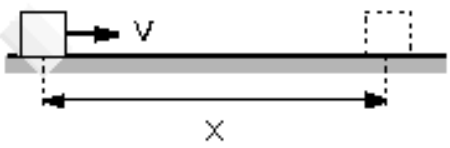
- Kinematiğin kullanıldığı alanları araştırarak sınıfta sunum yapınız.
- Vektörlerin toplanması ve bileşilenlerine ayrılmasını ayrıca düzgün değişen
- doğrusal hareketi "kuvvet sistemleri" modülünden hatırlamanız yararlı olacaktır.
- Makine Teknolojisi alanında eğrisel hareketin kullanım alanıyla ilgili araştırma yaparak bunu modelleyiniz.

1. SİNEMATİK(KİNEMATİK)

1.1. Sinematiğin Tanımı

Fiziğin bir konusu olan sinematik (çok defa kinematik olarak da söylenir) cisimlerin hareketlerini inceleyen bir bilimdir. Sinematikte katı cisimlerin hareketlerini, hareket sebeplerini göz önüne almadan yol(x), zaman(t), hız (v)ve ivme(a) arasındaki bağıntıları inceler.

$$x = v.t$$



Şekil 1.1: Düzgün hareket

Hareketlere ait ilk prensipler, bilimsel olarak Galile tarafından saptanmıştır (1564 – 1642). Deneysel hiçbir özellik göstermeyen tabii filozofiye ait prensipleri, Galile daha 26 yaşındayken kabul etmemeye başladı. Örneğin: "Değişik ağırlıktaki iki cisim aynı yükseklikten bırakılacak olursa farklı zamanlarda yere düşerler" tezini kabul etmedi. Piza kulesinden kütleleri oldukça farklı iki taşı aynı yükseklikten ve aynı anda bırakarak kütle ile düşme zamanını arasında bir bağıntı olmadığını gösterdi.

Sinematiğin amacı, hareketlerin grafik ve analitik olarak incelenmesini yapmaktır. Hareketin durumuna göre inceleme yöntemi grafik veya analitik olarak saptanır. Endüstriyel sinematik problemleri çoğunlukla grafik metotla çözümlenir. Nedeni, geniş matematik bilgisine gerek göstermemesi ve grafik çözümle elde edilen sonuçların yeter derecede hassas olmasıdır. Bu konuda, sinematik bilgileri basitleştirilerek işlenmiştir. Ancak, bu seviyede hareketlerin tanınıp incelenebilmesi için yeterli bilgi verilmiştir.

Sinematik, hareketlerin geometrisidir. Maddesel bir noktanın hareketini, kuvvetin etkisini göz önüne almadan inceler. Aslında, sinematik yol, hız ve ivme arasında gerekli bağıntıları inceleme demektir.

Örnek-1: Düzgün doğrusal hareket yapan bir otomobil 300 km yolu 4 saatte almaktadır. Hızını; km/sa ve m/sn cinsinden bulunuz?

Çözüm:

$$V = \frac{X}{t} = \frac{300}{4} = 75\ km/sa$$

x =300 km = 300000 m V= x/t = 300000/14400=20,83m/sn
t = 4 saat = 14400 sn

1.2. Hareket ve Elemanları

Günlük yaşamda çevremize baktığımızda birçok varlığın hareket hâlinde olduğunu gözleriz. Bunu insanlarda, yollardaki arabalarda, rüzgarda sallanan cisimlerde ve daha birçok olayda görürüz (Resim 1.1). Bizim doğrudan göremediğimiz mikroskobik düzeyde de hareket vardır. Titreşen atomlar ısı ve ses oluşturur. İletkenler üzerinde akan elektronlar elektrik akımı olarak evimizdeki lambayı, radyo ve TV'yi çalıştırır. Görmemizi sağlayan ışık bile hareketli fotonlardan oluşur. Yani hareket her yerdedir!

Hareketi fark etmek kolay; fakat tanımlamak zordur. 2000 yıl öncesinin Yunan fizikçileri bile; bu konularda çok başarılıydılar; hareketi tanımlamakta zorlanmışlardır. Bir cismin hareketi belirli bir noktaya göre tanımlanır. Bu noktaya ***referans noktası*** denir. Referans noktasının seçilmediği durumlarda, cisimlerin hareket durumları tanımlanırken karışıklık ortaya çıkabilir. Bu istenmeyen durumun ortadan kaldırılması için hareket durumunu tanımlamada mutlaka bir referans noktası seçilir.

Resim 1.1: Hareket halindeki araba ve uçak

Hareket, fizikte sıfırdan büyük kütleli herhangi bir cismin yatay, dikey veya her iki düzlemde birden bu düzlemlerdeki sabit bir noktaya göre pozisyonunun zaman fonksiyonuyla değişmesini ifade eden kavramdır.

Duran bir cisim yer değiştirdiğinde hareket etmiş olur. Cisimlerin hareket ettikleri sırada geçtikleri noktalar o cismin hareket yörüngesini oluşturur.

Çevremizde bulunan bütün cisimler hareket hâlindedir, hatta duruyor gibi görünen cisimler bile Güneş ve yıldızlara göre hareketlidir. Masamızın üzerinde duran bir kitap Güneş'e göre yaklaşık 30 km/sa lik bir hızla hareket etmektedir. Buna göre cisimlerin hareketli olup olmaması seçilen sabit bir noktaya(referans noktası) göre zamanla yerlerinin değişip değişmemesi ile belirlenir. Örneğin; bir uzay mekiğinin saniyede 8 km yol aldığını söylerken bu hareketin Dünya'ya göre olduğunu anlatırız aslında. Yani hareket görecelidir. O hâlde hareketi şöyle de tanımlayabiliriz. Bir cismin sabit kabul edilen noktaya uzaklığı zamanla değişiyorsa bu cisme hareket ediyor denir (Resim 1.2). Sabit noktaya başlangıç noktası da denir.

Resim 1.2: Hareket halindeki hızlı tren

1.2.1.Hareketin Elemanları

Hareket vektöreldir. 4 elemanı vardır.

- **Başlangıç noktası**: Cismin konumunda değişikliğin başladığı noktadır.
- **Yörüngesi**: Cismin hareketinin gerçekleştiği yerdir. Doğrusal veya eğrisel olabilir.

- **Yönü**: Cismin hareketini gerçekleştirdiği taraftır.
- **Büyüklüğü**: Hareketi yapan cisim yörüngesi üzerinde gözlem başlangıcı ve sonunda bulunduğu noktalar arasındaki vektörel mesafedir.

1.2.2. Hareketle İlgili Bilinmesi Gereken Bazı Kavramlar

- **Yol (x)**: Hareket eden cismin gözlem başlangıcı ve sonunda bulunduğu noktalar arasındaki yörüngenin uzunluğu kadardır.
- **Hız (V)**: Doğrusal yer değiştirmenin birim zaman içinde meydana gelen miktarıdır. Büyüklüğü ve yönü belirtilmiştir.
- **İvme (a)**: Birim zamanda hız vektöründe meydana gelen değişme miktarıdır.

1.2.3. Sinematikte Kullanılan Birimler

- Yer değiştirme Birimleri: mm, cm, m, km,mil vb.
- Hız birimleri: mm/sn.; cm/sn; m/sn.; km/h vb.
- İvme birimleri: mm/sn^2; cm/sn^2; m/sn^2; m/h^2 ; km/h^2 vb.

1.3. Hareketin Sınıflandırılması

1.3.1. Yörüngeye Göre Sınıflandırma

- **Doğrusal** hareket**:** Yörüngesi doğru olan harekettir (Resim 1.3).

Resim 1.3: Doğrusal yol

- **Eğrisel hareket:** Yörüngesi eğri olan harekettir. Eğer hareket dairesel olarak meydana geliyorsa dairesel hareket adı verilir (Resim 1.4).

Resim 1.4: Eğrisel yol

1.3.2.Hıza Göre Sınıflandırma

- **Düzgün hareket:** Hızı sabit olan harekettir.
- **Değişen hareket:** Hareket eden cismin yörünge üzerinde hızının her an değişmesi hâlidir.
- **Düzgün değişen hareket:** Eşit zaman aralıklarında hızdaki değişme de birbirine eşitse böyle harekete düzgün değişen hareket denir.
- **Gelişigüzel değişen hareket:** Hız değişimi çok defa herhangi bir şarta bağlı olmayan harekete denir (Tablo 1.1).

HAREKET	
DOĞRUSAL HAREKET	***EĞRİSEL HAREKET***
a. Sabit hızlı doğrusal hareket	***a. Sabit hızlı eğrisel hareket***
b. Düzgün değişen doğrusal hareket	***b. Düzgün değişen eğrisel hareket***
c. Gelişigüzel değişen doğrusal hareket	***c. Gelişigüzel değişen eğrisel hareket***

Tablo1.1: Hareket çeşitleri

1.4. Doğrusal Hareket

Cisimlerin hareketleri sırasında geçtikleri noktaların birleştirilmesi ile elde edilen geometrik şekle **yörünge** denir. Hareketler yörüngelere göre adlandırılır.

Düz yolda giden otomobilin hareketi, düz yolda giden trenin hareketi doğrusal harekete verebileceğimiz örneklerdir. Virajlı yoldaki hareket, dönme dolapların yaptığı hareketler ise eğrisel hareket grubuna girer.

1.4.1.Düzgün Doğrusal Hareket

Doğrusal bir yörüngede hareket eden bir cisim, eşit zaman aralıklarında eşit yollar alıyorsa düzgün doğrusal hareket yapıyor demektir (Resim 1.5).

Resim 1.5: Yürüyen merdivenlerin sabit hızla hareket etmesi

1.4.1.1. Hız

Birim zamanda alınan yola hız denir. Birimi genelde m/dk. olarak alınır.

$$\text{Hız}=\frac{Yer\ değiştirme}{Geçen\ Zaman}$$

V- Hız

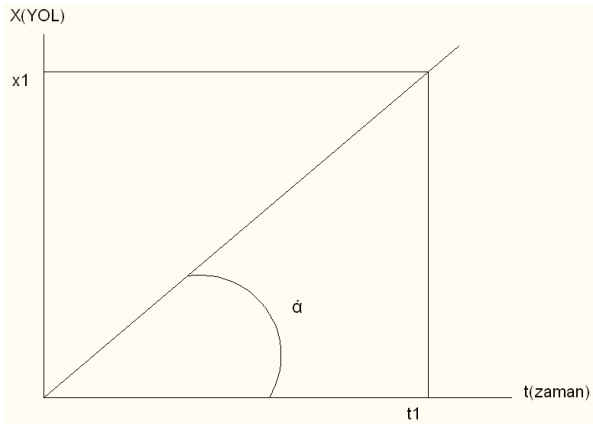
X- Yol $V = \frac{X}{t}$

t- Zaman

1.4.1.2. Hız ve Yol Grafiği

- Yol – zaman grafiği

Apsiste zamanı (t), ordinatta yolu (X) ile gösterirsek **(X=V . t)** denklemi gereğince düzgün doğrusal hareketin yol-zaman diyagramı orijinden geçen bir doğrudur. Bu doğrunun zaman ekseni (apsis) ile yaptığı açının (α) eğimi;



Şekil 1.2: Yol-zaman grafiği

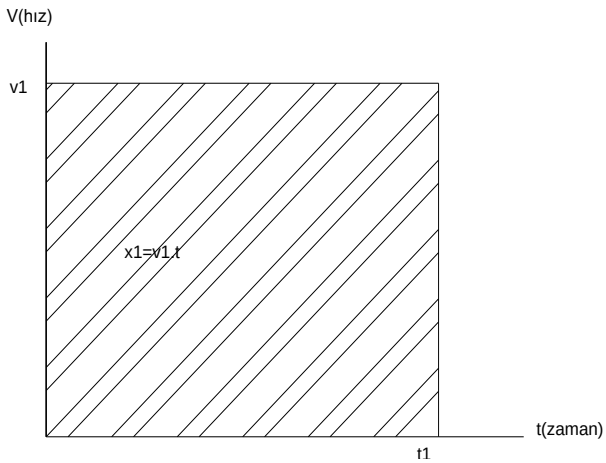
$Tg\alpha = \frac{X1}{t1}\ dir. \frac{X1}{t1} = V\ olduğundan\ Tg\alpha = V$ yazılabilir

Yol – zaman diyagramında (**X = V . t**) doğrusunun eğimi hıza eşittir.

- Hız – zaman grafiği

Zamanı apsiste, hızı ordinatta gösterecek olursak, hız zaman diyagramı (V – t) apsise paralel bir doğru olur. Herhangi bir (t_1) zamanı içinde alınan yol:

$X_1 = V_1 . t_1$ olduğundan taranmış alana eşit olur.



Şekil 1.3: Hız-zaman grafiği

Örnek-2:Işığın hızı 300.000 km/sn. olduğuna göre uzaydan 8dk. 14 saniyede geldiğine göre Dünya ile Güneş arasındaki mesafeyi bulunuz.

Çözüm:

t = 8 x 60 + 14 = 480 + 14 = 494 sn.

X = V . t = 300.000 x 494 = 148,200,000 km

Örnek-3: Bir öğrenci sabit seçilen bir noktadan başlayıp, doğuya doğru 400 m gidip, yönünü değiştirerek batıya doğru 300 m yürüyor. Hareket 50 sn. sürdüğüne göre, öğrencinin hızını bulunuz.

Çözüm:

Bütün hareket boyunca öğrenci;
400 + 300 = 700 m yol almıştır.

$$\text{Hız}=\frac{Yol}{Zaman}=V=\frac{X}{t}=\frac{700}{50}=14\ m/sn$$

1.4.1.3. Hız, Yol ve Zaman Arasındaki Bağıntı

Hız, yol ile doğru orantılıdır. Yol artınca hız da artar(zaman sabit)

Zaman ile ters orantılıdır. Zaman artarsa hız azalır, zaman azalırsa hız artar.

Hız: $V=\frac{X1}{t1}$

Yol: $X_1=V_1 \cdot t_1$

Zaman $t_1=\frac{X1}{V}$

Örnek-4: Bir bisikletli 1500 metrelik parkuru 1 dakika 40 saniyede tamamlıyor. Buna göre bisikletlinin süratini hesaplayınız.

Çözüm:

Alınan Yol=1500 m
Geçen Zaman=1dk. 40sn.=60sn.+40sn.=100sn.
Sürat=Alınan Yol/Geçen Zaman
Sürat=1500/100=15m/sn.

Örnek-5:6000 metre uzunluğundaki bir yolu iki koşucudan biri olan Ahmet 3dk. 20sn. de, Vedat 2dk.5sn.de koşuyor. Buna göre Ahmet ve Vedat'ın süratini hesaplayınız.

Çözüm:

Ahmet' in sürati
Alınan yol=6000 m
Geçen zaman=3dk. 20 sn.=(3.60)+20=200sn.
Sürat=Alınan yol/Geçen zaman
Sürat=6000/200=30m/sn.

Vedat' ın sürati
Alınan yol=6000m
Geçen zaman=2dk. 5sn.=125sn.
Sürat=Alınan yol/Geçen zaman
Sürat=6000/125=48m/sn.

Örnek-6:İhsan'ın eviyle okulu arasındaki uzaklık 3000 metredir. İhsan bu yolu koşarak 15dk'da tamamladığına göre İhsan'ın sürati kaç km/sa. dir?

Çözüm:
Alınan yol=3000m=3km
Geçen zaman=15dk=0.25 sa.
Sürat=Alınan yol/Geçen zaman
Sürat=3/0.25
Sürat=12km/sa.

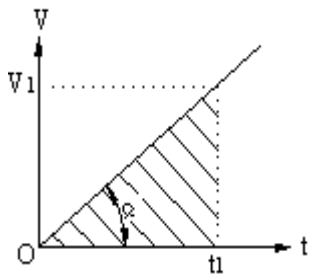
1.5. Düzgün Değişen Doğrusal Hareket

Doğrusal bir yörünge üzerinde hareket eden maddesel bir noktanın hızı eşit zaman aralıklarında eşit ölçüde değişiyorsa, böyle harekete düzgün değişen doğrusal hareket denir.

Birim zamanda hızda meydana gelen değişim miktarına **ivme** denir. Sembolü (**a**), birimi (**m /sn**^{2})'dir. Düzgün doğrusal harekette hız sabit olduğundan ivme sıfırdır. Düzgün değişen harekette hız düzgün değiştiği için ivme sabittir.

1.5.1. Hız, İvme, Alınan Yol ve Zaman Arasındaki Bağıntılar

- Düzgün değişen harekette ivme sabittir.
- Eğer hız artıyorsa ivme ve hız aynı yönlüdür. İvme pozitiftir (+).
- Eğer hız azalıyorsa ivme ile hız ters yönlüdür. İvme negatiftir (-).
- Maddesel noktanın ilk hızı yoksa (t) zaman içinde kazanacağı hız: **V=a.t**



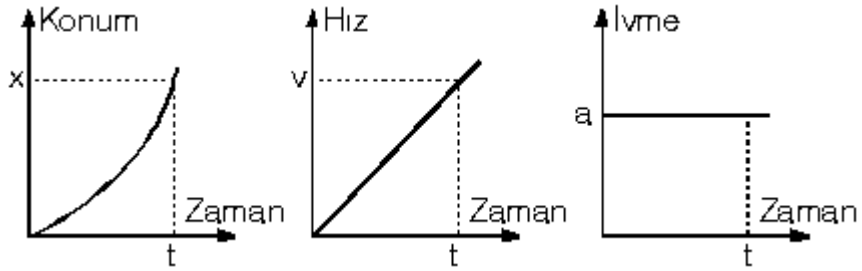
(V_0) ilk hızı ile başlamışsa (t) zaman sonunda kazanacağı hız:

V=V_0 ± a.t olur.

İvme pozitif olduğuna göre apsis ekseni zamanı t, ordinat ekseni hızı V, gösterecek olursa **V = a . t** denklemi şekildeki diyagramı verir. Taralı olan gidilen yol miktarıdır.

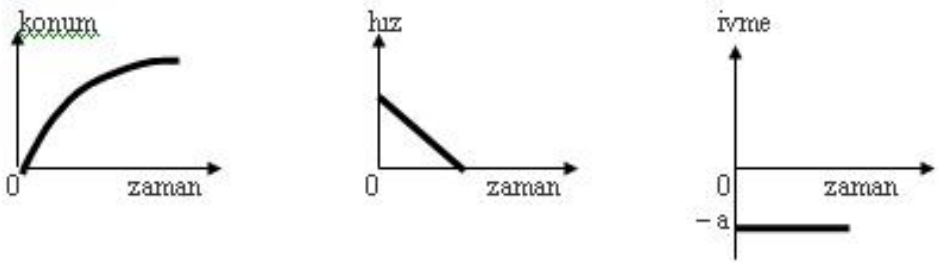
X=$\frac{V_1.t_1}{2}$ ➔ **V = a .** t_1 olduğundan **X=½.a.** t_1 sonucuna varılır (İlk hız sıfır olduğunda)

Düzgün değişen(hızlanan) doğrusal hareketin grafikleri Şekil 1.4'te verilmiştir. Bu hareket tipinde aracın hızı her saniye ivme kadar artıyordur. Pozitif yönde düzgün hızlanan araca ait grafikler aşağıdaki gibidir.



Şekil 1.4: Düzgün değişen(hızlanan) doğrusal hareketin grafikleri

Düzgün değişen(yavaşlayan) doğrusal hareketin grafikleri Şekil 1.5'te verilmiştir. Bu hareket tipinde aracın hızı her saniye ivme kadar azalmaktadır. Negatif yönde düzgün yavaşlayan araca ait grafikler aşağıdaki gibidir.



Şekil 1.5: Düzgün değişen(yavaşlayan) doğrusal hareketin grafikleri

Örnek-7: İvmeli hareket (yani düzgün değişen doğrusal harekette)bir hareketli dururken düzgün hızlanarak 5 saniyede 100 metre yol alıyor. Buna göre bu hareketlinin ivmesi kaç m/sn² olur ve 4 saniye sonra hızı kaç m/sn. olur ve kaç m. yol almış olur?

Çözüm

$X=1/2at^2$ $100=a5^2/2$ $a=8$ m/sn²

$V=at$ $V=8.4=32$m/sn. $x=8.4^2/2=64$m

1.5.2. Gelişigüzel Değişen Doğrusal Hareket

Maddesel noktanın hızı kararlı değilse (yani sabit hız veya düzgün değişen hız değilse) sürekli değişiyorsa bu durumda belli bir yolu belli bir zaman diliminde alacağından ortalama hızını bulmak gerekir.

Hızın bir vektör olduğu bilindiğinden, ortalama hız, bir nesnenin başlangıç noktasından bitiş noktasına kadar yer değiştirmesinin zamana bölümü ile bulunur. Cisimler yer değiştirirken belirli bir süre geçer. Bu nedenle birim zamanda yapılan yer değiştirmeye hız denir. Formül olarak ifade edecek olursak;

Hız = Yer değiştirme / Geçen süre

$$\bar{v} = \frac{x}{t}$$

Örnek-8: Bir otomobil yaklaşık 240 km olan Ankara-Çorum yolunu 4 saatte almaktadır.

Otomobilin ortalama hızı kaç km/sa'tir?

Çözüm:

Vort = 240/4

Vort = 60 km/sa'tir.

Hız bir vektörel büyüklük olduğundan bir yönü vardır. Hız birimlerini tablo hâlinde gösterecek olursak;

	Zaman	***Yer değiştirme***	***Hız***
Sembol	t	x	V
Birim	saniye	metre	metre/saniye
Birimin kısa yazımı	sn	m	m/sn

Tablo 1.2: Hız birimleri

1.5.3. Serbest Düşme

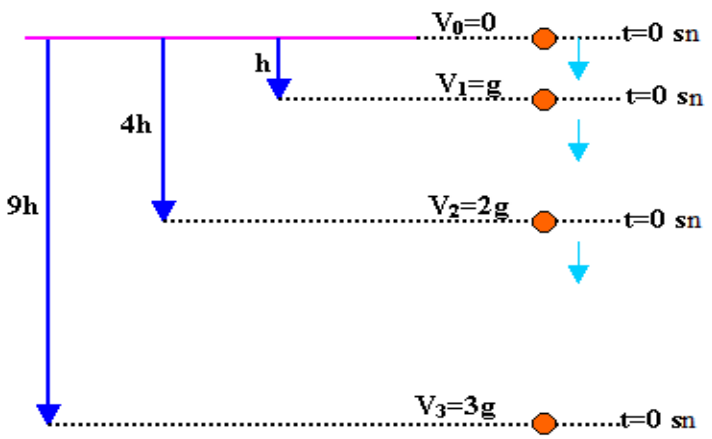
Bir cisim ağırlığını etkisi ile serbest bir şekilde bırakıldığında, g ivmesi ile hızlanamaya başlar. Bu nedenle, ilk hızı sıfır olarak bırakılan bir cismin, ağırlığının etkisi ile yere doğru yaptığı harekete serbest düşme denir. Serbest düşme etkisindeki bir cisim

$a = g = 9{,}8\ m/sn^2$ lik ivme ile hızlanmaya devam eder.

t süre içinde bir cismin hızı

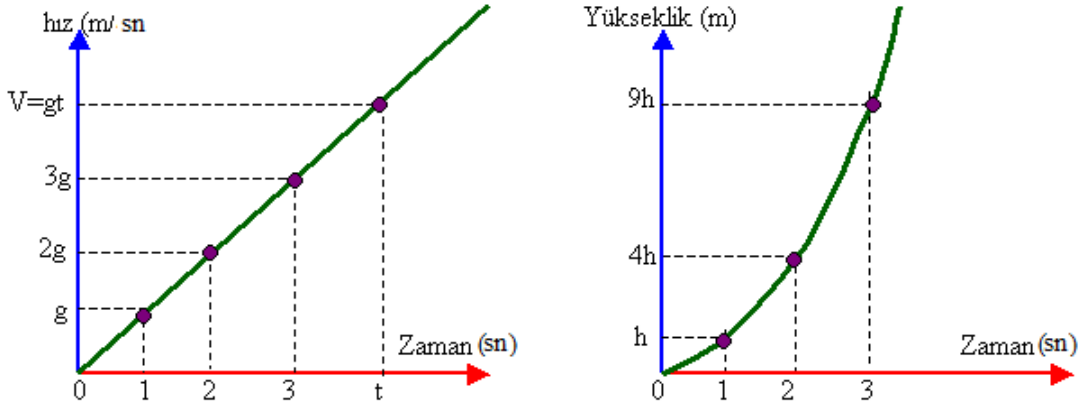
$v = g.t$ olurken düştüğü yükseklik;

$h = 1/2\ gt^2$ olur.



Şekil 1.6:Cismin serbest düşme hareketi

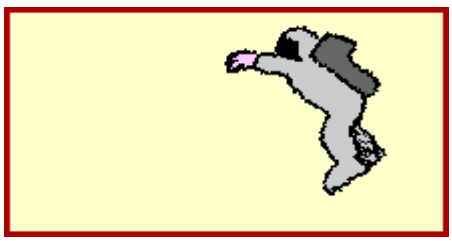
Yukarıda verilen şekil bir cismin serbest düşme hareketini göstermektedir. Serbest düşen bir cismin hız ve zaman, yol ve zaman grafiklerini ise şu şekilde göstermek mümkündür:



Şekil 1. 7. Serbest düşme esnasında, hız - zaman ve yükseklik-zaman grafiği

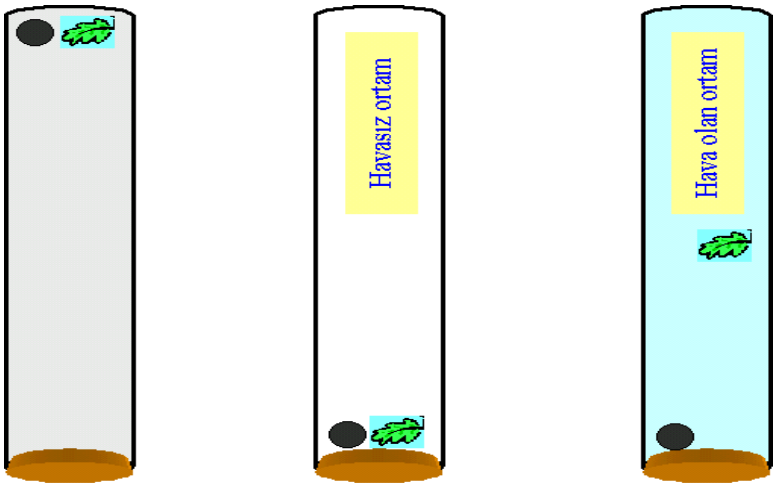
Yukarıda verilen şekilde bir serbest düşme esnasında, hız ve zamanda meydana gelen değişim görülmektedir.

Serbest düşme hâlinde olan bütün cisimler aynı ivme (a=g) ile hızlanır. Yani serbest düşme hâlindeki cisimlerin kazandıkları ivmeler, cismin kütlesine bağlı değildir. Serbest düşme yapan cisimler hava içerisinde hareket ettiklerinden düşme esnasında hava moleküllerine çarpar. Hava molekülleri cisme direnç gösterir bu da cismin ivmesinin azalmasına neden olur. Örneğin, uçaktan atlayan bir kişi paraşütü açmadığı sürece gittikçe artan bir ivme ile yere doğru düşerken paraşütü açtıktan sonra sürtünme yüzeyi artacağından daha yavaş bir şekilde yere doğru inmeye başlar. Bu durum yağmur damlaları için de söz konusudur. Yağmur damlaları, hava molekülleri sayesinde yavaşlamasa çok daha hızlı bir şekilde yer yüzüne ineceklerdir. Bunun sonucunda ise çok büyük zararlar meydana gelirdi. Fakat hava direnci sayesinde yağmur damlaları belli bir hıza ulaştıktan sonra belirli bir hızla yere doğru iner.



Resim 1.6 Havasız ortamda cismin hareketi

Hava olan ortamlarda cismin kütlesi ve yüzeyi hıza ve ivmeye etki ederken havasız ortamlarda bütün cisimler aynı hızla hareket eder. Örneğin havası alınmış bir cam tüpte demir bilye ile ağaç yaprağı bırakıldığında aynı anda yere düşeceklerdir. Fakat cam tüpe tekrar hava verildiğinde demir bilye yapraktan daha önce yere düşecektir(Şekil 1.8).



Şekil 1.8: Havasız ortam ile hava bulunan ortamda cisimlerin serbest düşmelerinin karşılaştırılması

Serbest düşme hareketi ilk hızsız, düzgün hızlanan, düşey doğrultulu ve aşağı yönlü harekettir. Hareket, bölümde öğrendiğimiz ilk hız olmayan düzgün hızlanan doğrusal hareketin bütün özelliklerini taşımaktadır. Bundan dolayı ilk hızı sıfır olan düzgün hızlanan doğrusal hareket bağıntılarında, a yerine g yazılırsa serbest düşme hareketinde kullanılan bağıntılar elde edilir(Tablo 1.3).

Nicelik	İlk hızı olmayan düzgün hızlanan doğrusal harekette	Serbest düşme hareketinde
Hız	$v = a \cdot t$	$v = g\,t$
Yol	$x = 1/2a\,t^2$	$h = 1/2\,g\,t^2$
Zamansız hız	$v^2 = 2\,a\,x$	$v^2 = 2\,g\,h$

Tablo 1.3: Birim tablosu

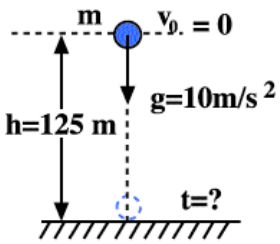
h: Cismin bırakıldığı yükseklik
t : düşme süresi
g: yer çekimi ivmesi (yerin çekim alan şiddeti)

Yukarıda belirtilen serbest düşme hareketi bağıntıları, hava direncinin sıfır olduğu ortamlarda (boşluk) geçerlidir. Ayrıca hava direncinin önemsiz olduğu ortamlarda da kullanılır.

Hava direncinin olduğu ortamda serbest düşmeye bırakılan cismin hızı artarken hava direnci de artar. Bir süre sonra hava direnci cismin ağılığına eşit hâle gelir. O anda cisme etki eden bileşke kuvvet sıfırdır. Bu durumda cisim Newton'un I. Hareket Kanunu'na (eylemsizlik prensibi) göre o andaki sabit hızıyla hareketini sürdürür, bu sabit hıza limit hız denir.

Örnek-1: 125 metre yükseklikten serbest düşmeye bırakılan bir cisim yere kaç saniyede varır (Hava sürtünmesi önemsenmeyecek, $g=10\ m/sn^2$ alınacak.) ?

Çözüm:



$h = 1/2gt^2$
$125=1/2.10.t^2$
$125= 5t^2$
$t^2 = \frac{125}{5}$
$t^2=25$
$t^2=5^2$
t=5 saniye

Örnek-2: Yerden 320 m yüksekten serbest bırakılan bir cisim kaç sn. sonra yere çarpar, hızı kaç m/sn. olur?
($g = 10m/sn^2$)

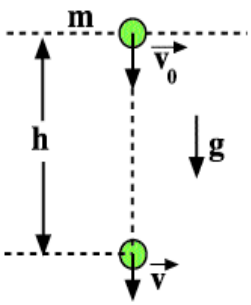
Çözüm Cisim serbest düşme hareketi yapacağından $h = ½ gt^2$, $V = gt$ ve $V = \sqrt{2gh}$ bağıntıları geçerlidir.
$h = 320$ m $320 = ½ . 10 . t^2$ $t^2 = 64$ $t = 8$
$g = 10m/sn^2$ $V = g.t = 10.8$ $V = 80$ m/sn bulunur.

1.5.4. Düşey Atış

Bir cisme düşey doğrultuda bir hız verilerek yapılan atış hareketine denir. Atış hareketleri incelenirken hava direncinin olmadığı varsayılacak ve yeryüzüne yakın uzaklıklar için yerin çekim alan şiddeti sabit alınacaktır.

1.5.4.1.Yukarıdan Aşağıya Doğru Düşey Atış

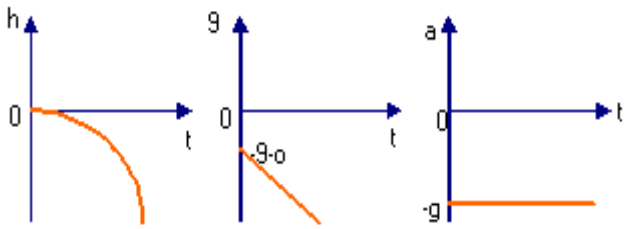
Havanın direnci ihmal edilirse Şekil 1.9'daki gibi V_0 ilk hızıyla atılan bir cisim atıldığı andan itibaren yer çekimi (G=mg) kuvvetinin etkisi ile (-y) yönünde düzgün hızlanır.



Şekil 1.9: Yukarıdan aşağıya doğru düşey atış

Hareketin denklemi:
$V = V_0 + gt$
$h = V_0 . t + ½ gt^2$
$V = \sqrt{V_0^2 + 2gh}$

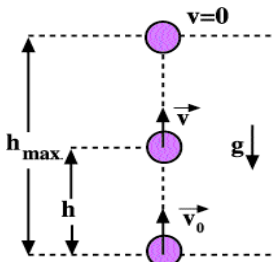
Grafikler:



Şekil 1.10: Yukarıdan aşağıya doğru düşey atış grafikleri

1.5.4.2.Aşağıdan Yukarıya Doğru Düşey Atış

Düşey doğrultuda aşağıdan yukarıya doğru Vo ilk hızıyla atılan cisim, hızı sıfır oluncaya kadar yer çekimi kuvvetinin etkisiyle düzgün yavaşlayan doğrusal hareket yapar. Hızı sıfır olduğu andan itibaren de serbest düşme hareketi yapar (Şekil 1.11).



Şekil 1.11: Aşağıdan yukarıya doğru düşey atış

Hareket denklemi;

V = Vo – g.t Hız denklemi

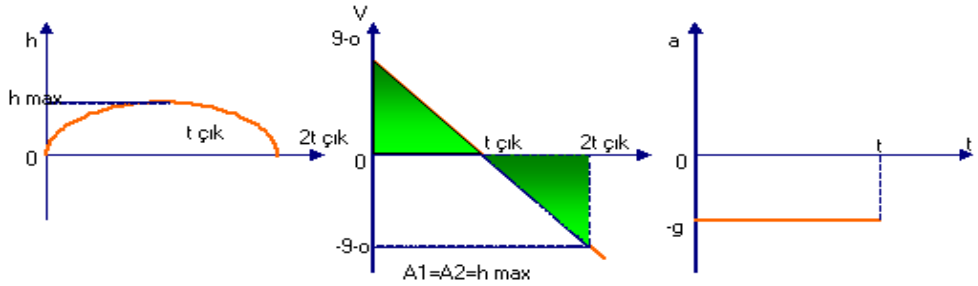
h = V_0 . t - ½ g.t^2 Yol denklemi

$V = \sqrt{Vo^2 - 2.g.h}$

Hareket yavaşlayan bir hareket olduğundan belli bir süre yükselecektir. Yükselme süresine çıkış süresi ve bu süre içinde aldığı yola da maksimum yükseklik denir. Çıkış süresi ve maksimum yükseklik:

$t_{çık}$ = V_0 / g , h_{max} = V_0^2 / 2g bağıntıları ile verilir.

Hareketin Grafikleri:



Şekil 1.12: Aşağıdan yukarıya doğru düşey atış grafikleri

Öğrendiğimiz ilk hızlı düzgün değişen hareket (düzgün hızlanan ve düzgün yavaşlayan) bağıntılarında a yerine g yazılarak düşey atış hareketinde kullanılan bağıntılar elde edilir (Tablo 1.4).

Nicelik	İlk hızı olan düzgün hızlanan harekette	Yukarıdan aşağıya düşey atış hareketinde	İlk hızı olan düzgün yavaşlayan harekette.	Aşağıdan yukarıya atış hareketinde
Hız	$v = v_o + at$	$v = v_o + gt$	$v = v_o - at$	$v = v_o - gt$
Yol	$x = v_o t + 1/2at^2$	$h = v_o t + ½ gt^2$	$x = v_o t – ½ at^2$	$h = v_o t – 1/2gt^2$
Zamansız Hız	$v^2 = v_o^2 + 2ax$	$v^2 = v_0^2 + 2gh$	$v^2 = v_o^2 - 2ax$	$v^2 = v_o^2 - 2gh$

Tablo 1.4 Birim tablosu

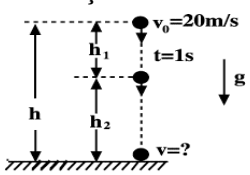
Örnek-1: Bir cisim yerden 60 m yükseklikten 20 m/sn'lik hızla, düşey olarak aşağıya atılıyor.

Cismin;

a. Atıldıktan 1 saniye sonra yerden yüksekliğini,

b. Yere çarpma hızını bulunuz (g = 10 m/sn² alınacak) .

Çözüm:



a. 1 saniyede alacağı yol,

$h1 = v_o t + ½.gt^2$

$h1 = 20 . 1 + ½.10 . 1^2$

$h1 = 20 + 5$

$h1 = 25$ m

h = h1 + h2 'den yerden yüksekliği,

h2 = h - h1

h2 = 60 - 25

h2 = 35 m olarak bulunur.

b. Yere çarpma hızı,

$v^2 = v_o^2 + 2gh$'den

$v^2 = 20^2 + 2 . 10 . 60$

$v^2 = 400 + 1200$
$v^2 = 1600$
$v^2 = 40^2$
v = 40 m/s olarak bulunur.

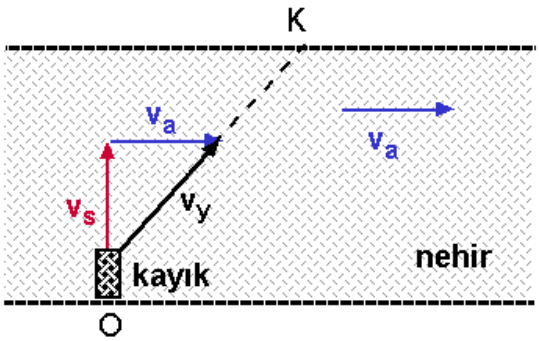
Örnek-2 Bir cisim 80 m/sn'lik hızla düşey olarak aşağıdan yukarıya doğru atılıyor. Cismin;

a. Çıkabileceği maksimum yüksekliği,
b. Bu yüksekliğe çıkış süresini bulunuz. (g= 10 m/sn² alınacak)

Çözüm:
a. $h_{max} = v_o^2/2g$ **b.** $t_{çık} = v_o/g$
$h_{max} = 80^2/2.10$ $t_{çık} = 80/10$
$h_{max} = 6400/20$ $t_{çık} = 8$ sn. olur
$h_{max} = 320$ m

1.6. Bileşik Hareket

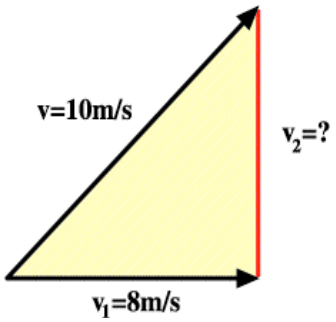
Şekil 1.13'te kayık sabit hızla nehre dik olarak hareket ediyor. Fakat akıntının etkisiyle eğimli bir yol izliyor. Nehirde akıntının etkisiyle sürüklenen cismin hızının kayığın yatay hızına eşit olduğuna dikkat ediniz. Cismin hızı nehrin akıntı hızına eşittir.



Şekil 1.13 Bileşik hareket

Vs : kayığın suya göre hızı
Va : akıntı hızı
Vy : kayığın yere göre hızı
Kayığın yere göre hız vektörü suya göre hızının akıntı hızı ile bileşkesi alınarak bulunur.

Örnek: Yatay düzlemde V_1= 8 m/sn. hızla doğuya giden bir aracın sürücüsü, kuzeydoğuya doğru V = 10 m/sn hızla giden bir aracı hangi yönde, kaç m/sn. hızla gittiğini görür?



Çözüm:

$V = \sqrt{V_1{}^2 + V_2{}^2}$

$V_2 = V_1{}^2 + V_2{}^2$

$10^2 = 8^2 + V_2{}^2$

$100 - 64 = V_2{}^2$

$36 = V_2{}^2$

V_2= 6 m/sn kuzey yönünde

1.7.Dairesel Hareket

1.7.1. Tanımı

Sabit hızla r yarıçaplı bir yörüngede dolanan cismin hareketidir. İpe bağlı bir cismin hareketi, viraj dönen bir aracın dönüşü, Ay'ın Dünya etrafındaki hareketi düzgün dairesel harekettir(Resim 1.7). Cisim eşit zaman aralıklarında eşit yay parçaları kat ediyorsa (hızın büyüklüğü sabitse) hareketi düzgün çembersel (dairesel) harekettir.Yani daire üzerindeki harekette hızın ve kuvvetin büyüklüğü sabit ise cismin yaptığı hareket düzgün dairesel harekettir.

Resim 1.7: Dairesel hareket

1.7.2.Dairesel Hareketle İlgili Temel Kavramlar

Periyot: Hareketlinin daire çevresi üzerinde bir kez dönmesi için geçen zamana periyot denir. Eşit zaman aralıklarında yinelenen harekettir. Ay'ın periyodu 1 ay, Dünya'nın periyodu 365 gün 6 saattir. Periyod T ile gösterilir. Birimi saniye (sn), dakika (dak), saat (sa)... olarak verilir.

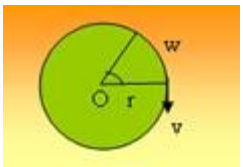
Frekans: Dairesel yörüngede dolanan cismin birim zamandaki dönme (devir,tur) sayısıdır. Dünya'nın frekansı 1/365 1/gün'dür. Frekans f ile gösterilir. Birimi 1/sn, radyan/sn, 1/gün.. olarak verilir.

Periyod ile frekans birbirinin tersidir ve denklemsel olarak; $T = \frac{1}{f}$ veya $T \bullet f = 1$ olarak verilir.

1.7.2. Çizgisel ve Açısal Hız

Hareketlinin dairesel yörünge üzerinde birim zamanda aldığı yola çizgisel hız denir. V sembolü ile gösterilir (Şekil 1.14) Birimi m/sn'dir.

Dairesel hareket yapan cismin w yayını tarama hızına açısal hız denir. Açısal hız tanımı özellikle hem dairesel hareket yapıp hem de yer değiştiren cisimlerin hareketini yorumlayabilmek için geliştirilmiştir.



Şekil 1.14: Çizgisel ve açısal hız

Çizgisel Hız:

$V=\frac{2\pi.r}{T}$ $veya$ $V = 2\pi f$

ile verilir. Burada r dairesel yörünge yarıçapıdır. Hız, konumun zamana oranı olduğundan, cisim bir turunu tamamladığında dairenin çevresi kadar yol alır. Bu yolun T periyoduna bölünmesiyle çizgisel hız elde edilir.

Açısal Hız ise yarıçap vektörünün birim zamanda daire düzlemi içinde taradığı (süpürdüğü) açıya açısal hız denir. w sembolü ile gösterilir.

$$w = \frac{2\pi}{T} \; veya \; w = 2\pi f$$

ile verilir. Burada uzunluk olarak çemberin uzunluğu alınmıştır. Bu uzunluğu t süresine bölersek hızı yani açısal hızı elde ederiz. Çizgisel hız ile açısal arasında da ***V=W.r***
bağıntısı vardır. Bu bağıntı yukarıdaki V çizgisel hızının W açısal hıza oranından kolayca bulunur.

Nicelik	Periyot	Frekans	Açısal Hız	Çizgisel Hız
Sembol	T	f	w	V
Birim	s	1/s	Radyan /s	m/s

Tablo 1.5 Birim tablosu

Örnek-1: Tekerleklerinin yarıçapı 0,5 m olan bir otomobil hareket ederek 10 saniyede 50 m/sn'lik hıza ulaşıyor. Otomobil tekerleğinin açısal hızı nedir?

Çözüm:

W = V/r

W = 50/0,5

W = 100 rad / sn

1.7.3. Açısal İvme

Bir cisme kuvvet etki ederse, o cismin hızında değişiklik yapar. Ya cismin hızının büyüklüğünü ya da doğrultu ve yönünü değiştirir. Her iki durumda da ivme ortaya çıkar. Dairesel hareket yapan bir cismin ivmesi merkeze doğrudur ve a ile gösterilir.

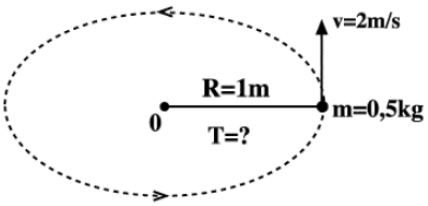
$a_r = \frac{v^2}{r}$ *veya* $a_r = w^2 r$ ile verilir.

Buradan merkezcil kuvvet bağıntısını $F=m.a$ dan elde edebiliriz.

$F = m\frac{v^2}{r}$ veya $F = m.w^2.r$ olur.

Örnek-2: 1 m uzunluğundaki bir ipin ucuna bağlı 0,5 kg'lık bir cisim yatay düzlemde 2 m/sn' lik hızla döndürüldüğünde ipteki gerilme kuvveti kaç N olur?

Çözüm:



Cisim yatay düzlemde dönerken ipteki gerilme kuvveti merkezcil kuvvete eşittir.

T = F = mV²/R

T = 0,5 . 2²/1 = 2 N

1.7.4. Düzgün Değişen Dairesel Hareket

Dairesel hareket yapan cismin hızı eşit zaman aralıklarında eşit azalma veya çoğalma gösteriyorsa bu harekete düzgün değişen dairesel hareket denir.

Herhangi bir andaki açısal hız

$w = \alpha . t$ veya ilk hız var ise $w = w0 \pm \alpha . t$ ile bulunur. + işareti hız artıyorsa , - işareti hız azalıyorsa kullanılır. Açısal yer değiştirme miktarı

($w= w0 + \alpha t$ bağıntılarından)

$w^2 = w0^2 + 2\alpha\theta$ olur.

Maddesel noktanın çizdiği daire çemberi üzerindeki herhangi bir andaki çizgisel hız

V = r. w veya ilk hız varsa ***V = r (w0 ± αt)*** ile bulunur. Herhangi bir t zamanında açısal hız ve ivme belli olduğuna göre teğet ve normal ivmeler

at = r , an = r w² denklemleri ile hesaplanır.

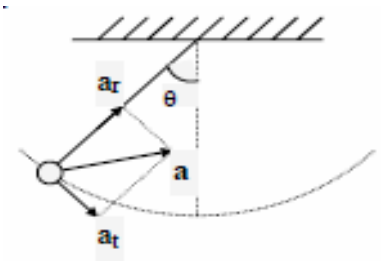
Düzgün değişen dairesel harekette açısal yol, açısal hız, açısal ivme arasındaki ilişkiyi kurmak, dairesel güç kaynağının hız ve döndürme momentine bağlı olarak harcadığı enerji ve gücü hesaplayabilmeyi amaçlar. Sanayide bir çok makine dönme hareketini ilerleme hareketine dönüştürür ve bunun için enerji ve güç gerektirir.

Örnek-3: 0,5 m uzunluğunda bir sicimin ucuna bağlanan bir top, şekildeki gibi, yerçekiminin etkisi altında düşey bir daire çerçevesinde salınmaktadır. Sicim, düşeyle θ=20º'lik açı yaptığı zaman top 1,5 m/sn'lik hıza sahiptir.

a)İvmenin bu andaki çapsal (ar) bileşenini bulunuz.

b) θ=20º olduğu zaman teğetsel ivmenin (at)büyüklüğü nedir?

Çözüm:



θ=20º v=1,5 m/sn.

a) Merkezcil ivme:

ar=v²/r=(1,5m/sn²)/(0,5m)=4,5 m/sn²

b) Teğetsel ivme:

at=gsinθ=(9,8m/sn²).sin(20º)=3,4 m/sn²

Örnek-4: 6 m yarıçaplı çembersel yörüngede saniyede 3 devir yaparak dönen 2 kg kütleli cismin;

a. Çizgisel hızını (v),

b. Merkezcil ivmesini (a),

c. Merkezcil kuvvetini (F) bulunuz (π = 3 alınacak) .

Çözüm:

R = 6 m, f = 3sn-¹, m = 2 kg

a) T = 1/f

T = 1/3 s

V = 2πR/T

$$V=\frac{2.3.6}{1/3}=\frac{36}{1/3}=108m$$

c). $F = mV^2/R$

$$F=2\frac{108^2}{6}$$

F = 2 . 1944

F = 3888 N

c). $F = mV^2/R$

$$F=2\frac{108^2}{6}$$

F = 2 . 1944

F = 3888 N

UYGULAMA FAALİYETİ

Elif ve ailesi Bolu-İstanbul otobanını kullanarak Bolu'dan İstanbul'a gidecekler. 270 km'lik bu yolu saatte 60km sabit süratle giderlerse Elif ve ailesi kaç saat sonra İstanbul' a ulaşır. Probleminin çözümünü bulmak için aşağıdaki uygulamaları yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Hareket tipini belirleyiniz.	➢ Soruyu inceleyiniz. ➢ Dikkatinizi soru cümlesinde yoğunlaştırınız.
➢ Problemi çözünüz.	➢ Hareket tipine göre formülleri belirleyiniz. ➢ Problemi çözünüz.

Çözüm:
Alınan yol(x)=270 km
Geçen zaman=t
Sürat(v)=60km/sa
Sürat=Alınan yol/Geçen zaman
60/1=270/t
60.t=270→ t=4.5sa.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet,** kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Hareket tipini belirlediniz mi?		
2.	Sabit sürat teriminden hareketin düzgün doğrusal hareket olduğunun tespitini yaptınız mı?		
3.	Hareket tipini belirlediniz mi?		
4.	Problemi çözdünüz mü?		

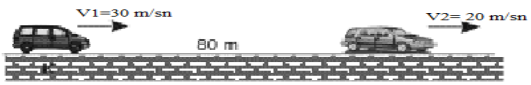
DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirmeye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1.



Aralarında 80 m olan iki araç 30 m/sn ve 20 m/sn hızla şekildeki gibi hareket ediyor. Kaç sn sonra karşılaşır.

A) 3,5 B) 4 C) 6 D) 8 E)8,5

2.

K aracı 10 m/s sabit hızla ilerlerken 42 m önündeki ***L*** aracı ilk hızsız 1 m/sn^2 ivmeyle harekete başlıyor. Buna göre ***K*** aracı kaç sn sonra ilk kez ***L*** ye yetişir?

A) 4 B) 6 C)8 D)12 E)14

3. Sabit hızla akan bir nehirdeki kayığın karşı kıyıya geçme süresini
I. nehrin akıntı hızı,
II. kayığın suya göre hızının nehre dik bileşeni,
III. kayığın suya göre hızının nehre paralel bileşeni niceliklerinden hangileri etkiler?

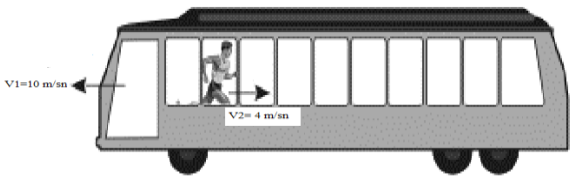
A) Yalnız II B)Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) I, II, III

4. Düzgün doğrusal hareket etmekte olan bir cisim ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A) İvmesi değişmez.
B) Hareket yönü değişmez.
C) Belirli bir aralıktaki yer değiştirme ve yol eşittir.
D) Konum vektörünün yönü değişmez.
E) Hız-zaman grafiği yataydır.

5.Durmakta olan bir cisim 4 m/sn^2 sabit ivmeyle hızlanarak 450 m yol alıyor. Bu yol üç eşit sürede alınan yollara bölündüğünde her bir parça yol kaç sn sürer?

A)5 B) 3 C)2 D)15 E) 10



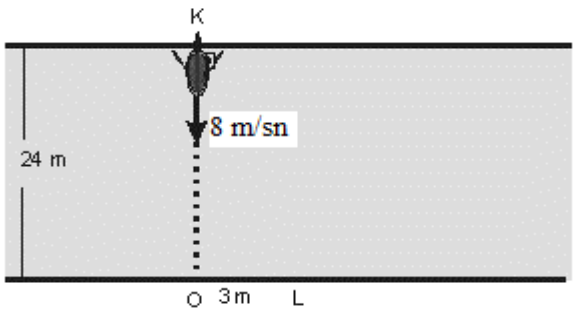
6.

Yere göre hızı v_1=-10 m/sn olan otobüsün içindeki adamın yere göre hızı v_2=4 m/sn dir. Buna göre adamın otobüse göre hızı kaç m/sn dir?

A) 0

B) +6 C) -6 D) +14 E) -14

7.



K noktasından nehire göre 8 m/sn hızla hareket eden şekildeki kayık L noktasında karşı kıyıya çıktığına göre, nehrin akıntı hızı kaç m/sn dir?

A) 1 B) 1,5 C) 2 D) 3 E)4

8.Bir araç önce kuzeye dogru 10 m/sn hızla 6 sn gittikten sonra beklemeden batıya doğru 20 m/sn hızla 4 sn hareket ediyor. Bu esnada, aracın ortalama vektörel hızı nedir?

A) 10 m/sn güneydoğu
B) 10 m/sn kuzeybatı
C) 14 m/sn kuzeybatı
D) 14 m/sn güneydoğu
E) 14 m/sn güneybatı

9.Asansördeki bir adam asansörün içinde 2,5 m/sn hızla yürüyorken, asansör 6 m/sn hızla yukarı çıkıyor. Buna göre; adamın yerdeki gözlemciye göre hızı kaç m/sn olur?

A) 3 B) 3,5 C) 4 D) 6 E) 6,5

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

10. Cisimlerin hareketlerini inceleyen bilim dalı……..dir.
11. Birim zamanda hızda meydana gelen değişim miktarına……denir. Sembolü ….., birimi……’dir.
12. Birim zamanda yapılan yer değiştirmeye ……..denir.
13. Sabit hızla r yarıçaplı bir yörüngede dolanan cismin hareketi……dir.

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

14. (…)Bir cisim ağırlığını etkisi ile serbest bir şekilde bırakıldığında, g ivmesi ile hızlanmaya başlar.
15. (…)Düşey olarak yukarıya doğru atılan bir cisim; atıldığı andan itibaren yerçekimi kuvvetinin etkisiyle düzgün hızlanır.
16. (…)Serbest düşme hâlindeki cisimlerin kazandıkları ivmeler, cismin kütlesine bağlı değildir.
17.(…)Dairesel hareket yapan bir cismin ivmesi merkeze doğrudur ve a ile gösterilir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Bu faaliyette dinamik, atalet ve kütle ile Newton Kanunları'nı öğreneceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Newton Kanunları nelerdir? Araştırdığınız bilgileri öğretmeninizle ve arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. DİNAMİK

2.1. Dinamiğin Tanımı

Cisimlerin hareketlerini, hareketleri etkileyen kuvvetleri de ele alarak inceleyen bilim dalıdır. Dinamikte, bir cismin veya herhangi bir sistemin uygulanan kuvvetlerle ne tür bir hareket yaptığını veya yapacağını, istenilen hareketin sağlanabilmesi için uygulanması zorunlu kuvvet sisteminin karakterinin ne olması gerektiği araştırılır.

Bir cismin durağandan hareket hâline geçmesi veya hareket durumunu değiştirmesi için o cisme dıştan bir kuvvetin etki yapması gerekir. Bir kuvvetin herhangi bir cismi etkilemesi ile oluşan hareket, hareketin büyüklüğü, doğrultusu, yönü ve tatbik noktası gibi ana karakteristikleri ile cismin maddesel özelliğine bağlıdır. Bir kuvvet değişik özelliklerdeki cisimleri etkilediği zaman bunların her birinde başka bir hareket meydana getirdiği gibi aynı cismi etkileyen değişik kuvvetler de bu cisimde değişik hareketler oluşturur. Her tür hareket için dinamik problemlerinin karakterleri aynıdır.

2.1.1. Atalet(Eylemsizlik) ve Kütle

Newton'un II. Hareket Kanunu'na göre, m = F/a dan bulunan kütleye, cismin eylemsizlik(atalet) kütlesi denir. Aynı cismin, eşit kollu terazide tartılarak bulunan kütlesine ise çekim kütlesi adı verilir.

Yapılan deneyler sonunda, bir cismin eylemsizlik ve çekim kütlelerinin birbirine eşit olduğu görülmüştür. Bu nedenle aralarında ayırım yapmaksızın sadece "kütle" ifadesini kullanacağız.

Kütle (m): Bir maddenin sahip olduğu madde miktarına kütle denir. Kütle "m" harfi ile gösterilir. Kütle, bir cisimdeki madde miktarının ölçüsüdür. Aynı zamanda cismin hareket etmeye karşı gösterdiği direnç olarak da adlandırılabilir. Kütle her yerde aynı değere sahiptir.

Kütlenin SI birim sistemindeki birimi kilogram'dır. Bu kg. olarak kısaltılır. Kullanılan diğer birimler gram, ton ve pound'dur. Madde miktarı arttıkca kutle de artar. Eşit kollu terazi ile ölçülür.

Bir cisme uygulanan yercekimi kuvvetine ağırlık denir. Ağırlık G ile gösterilir. Yerin 1 kg'lık kütleye uyguladığı çekim kuvveti yerin çekim alan şiddetidir ve g ile gösterilir. Yerin çekim alan şiddeti yer çekimi ivmesi de denir.

Yerküre kutuplarda basık, ekvatorda şişkin olduğundan yerin çekim alan şiddeti de kutuplarda ekvatora göre fazladır. Pratikte g'nin yerküredeki değeri yaklaşık olarak 10 N/kg alınır.

Yerkürede yükseklere çıkıldıkça yerin çekim alan şiddeti azalacağından cisimlerin ağırlıkları da azalır. Atmosferin dışına çıkıldığında belli bir yükseklikte yerin çekim alan şiddeti sıfır olur. Bu durumda cisimler ağırlıksız hâle gelir.

Güneş sistemindeki gezegen ve uyduların çekim alan şiddetleri birbirinden farklıdır. Örneğin Ay'ın çekim alanı yerkürenin çekim alan şiddetinin 1/6'sı kadardır. Bu nedenle bir cismin Ay'daki ağırlığı, Dünya'daki ağırlığının 1/6'sıdır. Dünya'da 48 N gelen bir cisim Ay'da 8 N gelir.

Ağırlık bir kuvvet olduğundan dinamometre ile ölçülür. Dinamometreler kuvvetin bir yay üzerinde oluşturduğu şekil değişikliği yardımı ile ağırlık ölçmemize olanak sağlar. SI birim sisteminde ağırlık birimi newton'dur. Newton kısaca (N) ile gösterilir. Ağırlık $G = m . g$ olduğundan G'nin birimi m ve g'ye bağlı olarak değişir.

m'nin birimi kg, g'nin birimi m/sn^2 alınırsa G'nin birimi Newton cinsinden bulunur. m gram, g'de cm/sn^2 alınırsa G'nin birimi dyn (din) olur. m ton, g'de km/h^2 alınırsa G'nin birimi ton km/hm^2 olur.

Örnek-1 : 50 kg kütleli bir cismin ağırlığı, çekim alan şiddetinin 9,6 N/kg ve 1,2 N/kg olduğu yerlerde kac N olur?

Çözüm:

$G = m . g = 50 . 9,6 = 480$ N

$G = m . g = 50 . 1,2 = 60$ N

NOT: Bir cismin kütlesi her yerde aynı kalırken ağırlığı ölçüldüğü yere göre değişir. Çünkü yerin çekim kuvveti her yerde aynı değildir.

2.2. Newton Kanunları

2.2.1. Newton'un Birinci Hareket Kanunu (Eylemsizlik prensibi)

Bir cisim üzerine hiç bir kuvvet etki etmiyorsa veya cisim üzerine etkiyen kuvvetlerin bileşkesi sıfır ise cisim durumunu değiştirmez. Duruyorsa durmaya devam eder; sabit hızla hareket ediyorsa aynı hızla hareketini sürdürür.

Dünyanın, kendi ekseni etrafında neden sürekli sabit bir hızla hareket ettiğini düşündünüz mü?

Çünkü dünyaya etkiyen kuvvetlerin bileşkesi sıfırdır.

Masa üzerinde duran bir kitap, kendisine hiçbir kuvvet etki etmediği sürece yerinde kalmayı sürdürecektir.

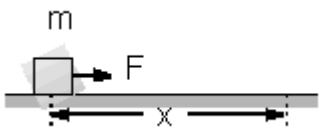
Örnek-1: Yatay ve doğrusal bir yolda sabit hızla giden bir otomobilin hareketini Newton'un I. Hareket Kanunu çerçevesinde nasıl yorumlarsınız?

Çözüm : Otomobil üzerine etki eden net kuvvet sıfır olduğu için sabit hızla hareket eder. Net kuvvetin sıfır olmasının nedeni ise otomobil motorunun sağladığı çekme kuvvetinin otomobile etki eden sürtünme kuvvetine eşit büyüklükte ve zıt yönde olmasıdır.

2.2.2. Newton'un İkinci Hareket Kanunu (2.Temel Yasa, dinamiğin temel prensibi)

Bir cisim üzerine sabit bir kuvvet etki ederse cisim etkiyen kuvvet yönünde sabit bir ivme kazanır.

Cisme etkiyen net kuvvetin (bileşke kuvvetin) cisme kazandırdığı ivmeye oranı sabittir. Bu sabit oran cismin içerdiği madde miktarına yani kütlesine eşittir.



Şekil 2.1 Kuvvet, kütle ve ivme arasındaki bağıntı

$$\frac{F}{m} = sabit = a$$

F : Hareket doğrultusunda cisme etki eden net kuvvet
m : Cismin kütlesidir.

Kuvvet, kütle ve ivme arasındaki bağıntı **F = m.a** (N) ile ifade edilir. SI birim sisteminde kuvvet birimi Newton, kütle birimi kg, ivme birimi ise m/sn^2 dir (Tablo 2.1) .

- 1kg'lık kütleye 1m/sn² lik ivme kazandıran kuvvet 1 newton (N) değerindedir. 1 N= 1kg m/sn² dir.
- F = m . a bağıntısından ivme birimi m/sn² yerine, a = F/m= N/kg da kullanılabilir.

Nicelik	***Kütle***	***İvme***	***Kuvvet***
Sembol	m	a	F
Birim	kg	m/sn²	kg m/sn²

Tablo 2.1:SI birim sistemine göre kütle-kuvvet-ivme birimleri

Örnek-2: 2 kg kütleli bir cismin, zıt yönlü 12 N ve 8 N'luk iki kuvvetin etkisi altında kazanacağı ivme kaç N/kg'dır?

Çözüm:

m = 2 kg
F1 = 12 N
F2 = 8 N
a = ?

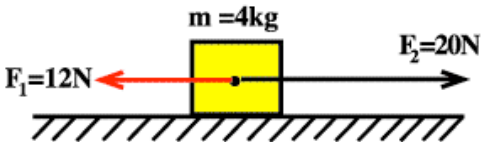
Cisme etkiyen bileşke kuvvet,
F = F1 - F2
F = 12 - 8
F = 4 N değerinde olup büyük kuvvetin yönündedir.

Cismin ivmesi ise;

a = F/m= 4/2
a = 2 N/kg değerinde ve büyük kuvvet yönündedir.

Örnek-3: Yatay ve sürtünmesiz bir düzlemde duran 4 kg kütleli bir cisim şekildeki gibi 20 N ve 12 N'luk yatay iki kuvvetin etkisindedir. Cismin ivmesi kaç m/sn² dir?

Çözüm:



Fnet = F2 - F1
Fnet = 20 - 12
Fnet = 8 N
Fnet ya da bileşke kuvvetin yönünün, büyük kuvvet yönünde olacağını hatırlayınız.

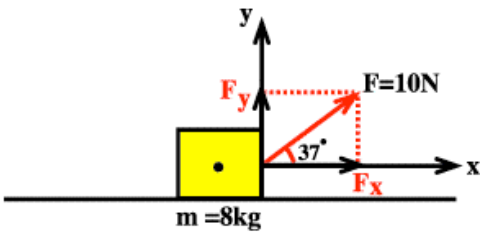
Cismin ivmesi ise,

$$a = \frac{Fnet}{m} \quad den\ a = \frac{8}{4} = a = 2\ m/sn^2$$

İvmenin yönünün de büyük kuvvet yönünde (F2) olacağını hatırlayınız.

Örnek-4: Şekilde gösterilen 8 kg kütleli bir cismin, yatayla 37° açı yapan 10 N'luk bir kuvvetin etkisi altında, sürtünmesiz yatay düzlemdeki ivmesinin yönü ve büyüklüğü nedir (Sin 37° = 0,6, Cos 37° = 0,8) ?

Çözüm:



İvmenin yönü F kuvvetinin yatay bileşeni Fx yönündedir.
Fx = m a
F.cos 37° = m a

10 . 0,8 = 8 a
8 = 8 a
a = 1 m/sn² bulunur.

Örnek-5: Ağırlığı 1500 N olan bir yük, en fazla 5000 N'a kadar dayanabilen bir kablo ile yukarı doğru çekiliyor. Yükün ivme değeri en fazla kaç m/sn² olur (g = 10 m/sn² alınacak) ?

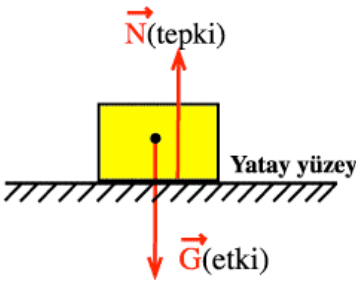
Çözüm
G = mg'den
1500 = m . 10
m = 150 kg bulunur.

Newton'un II. Hareket Kanunu'na göre
Fnet = m a'dan

$$a = \frac{Fnet}{m} = \frac{T - G}{m} = \frac{5000 - 1500}{150} = a = 23{,}3\, m/sn^2$$ **bulunur.**

2.2.3.Newton'un Üçüncü Hareket Kanunu (Etki-Tepki Prensibi)

Bir cisim, ikinci bir cisim üzerine uyguladığı kuvvet (etki) değerinde fakat zıt yönde tepki görür(Şekil 2.2).

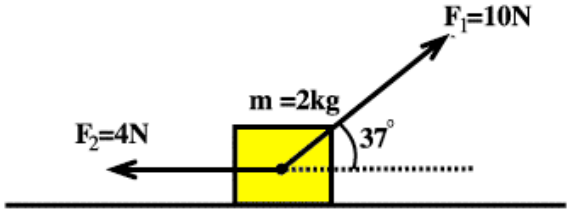


Şekil 2.2: Newton'un III. Hareket Kanunu

Şekil 2.2'de cismin yüzeye etkisi ve yüzeyin cisme olan tepkisi görülmektedir. Etki kuvveti ile tepki kuvveti aynı doğrultulu, zıt yönlü, eşit büyüklükte iki vektördür.
N = - G

- Etki kuvveti olduğu sürece tepki kuvveti vardır. Etki kuvveti kalktığında tepki kuvveti de yok olur.
- Etki kuvveti ile tepki kuvveti farklı cisimlere uygulanır. Etki kuvveti yüzeye, tepki kuvveti ise cisme etkir. Bunun için bu kuvvetlerin bileşkeleri alınmaz

UYGULAMA FAALİYETİ



Sürtünmesiz yatay düzlemde durmakta olan 2 kg kütleli cisme F1ve F2 kuvvetleri Şekil deki gibi etki ettiğinde cismin ivmesi kaç m/sn² olur? Bu problemi hesaplamak için aşağıdaki uygulamaları yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Kuvvetleri sınıflandırınız. ➢	➢ Doğrultu ve yönlerine göre kuvvet tipini belirleyiniz. ➢
➢ Kuvvetleri vektörler şeklinde çiziniz.	➢ Gönye kullanınız.
➢ Hesaplamasını yapınız.	➢ Gerekli işlemleri yapınız.

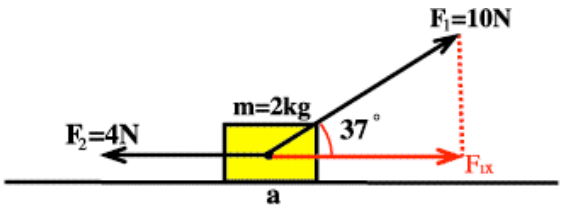
➢

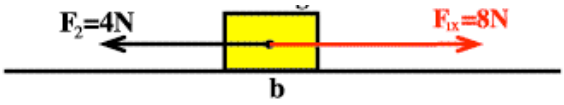
ÇÖZÜM:

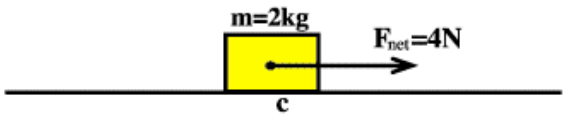
F1 kuvvetinin yatay
$F_{1x} = F_1 Cos\ 37°$
$F_{1x} = 10.0{,}8$
$F_{1x} = 8$ N olur.

F1x ile F2 kuvvetleri aynı doğrultulu, zıt yönlü olduğundan,
Fnet = F1x - F2
Fnet = 8 – 4
Fnet = 4 N olur.

Cismin ivmesi,
Fnet = m.a'dan
a = Fnet/m
a = 4/2
a = 2 N/kg m/sn² olarak bulunur.







KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet,** kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Kuvvetleri sınıflandırdınız mı?		
2. Kuvvetleri vektörler şeklinde çizdiniz mi?		
3. Hesaplamasını yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Cisimlerin hareketlerini, hareketleri etkileyen kuvvetleri de ele alarak inceleyen bilim dalına…….…… denir.

2. Aynı bir kuvvetle kütlesi küçük olan bir cisim daha …….bir ivme, kütlesi büyük olan bir cisim ise daha ……..bir ivme kazanır.

3. Her etki kendisine eşit büyüklükte fakat ……yönde bir tepki meydana getirir.

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

4.(…)Bütün durumlarda ivmenin doğrultusu kuvvetin doğrultusu yönünde aynıdır.

5.(…)Bir cisme etki eden kuvvetlerin bileşkesi sıfır ise cisim ya durur ya da bir doğru boyunca sabit hızla hareketine devam eder.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

6. Aşağıdakilerden hangisi dinamiğin eylemsizlik prensiplerindendir?

A) İlk hız sıfır ise, cisim hareketlidir.
B) İlk hız var ise cisim aynı hızla yoluna devam eder.
C) Cisme olan her etkiye bir tepki kuvveti vardır.
D) İvme uygulanan kuvvetle doğru orantılıdır.

7. "Bir cisme net bir kuvvet uygulanırsa, cisim ivmeli hareket yapar. kuvvetle kütlenin oranı sabit ve ivmenin değerine eşittir." Newton'un hangi yasasıdır?

A) Eylemsizlik B) 2.temel yasa C)Etki-tepki prensibi D) 3.hareket yasası

8. 4 m/sn' lik sabit hızla hareket eden 2 kg kütleli bir cisme etki eden bileşke kuvvetin büyüklüğü nedir?

A)0 B) 2 C) 4 D) 8

9. Yatay düzlem üzerinde durmakta olan 2 kg'lık bir cisme 8 N'luk bir kuvvet;
a.Yatay doğrultuda etki ettiğinde,
b. Yatayla 37° lik açı yapacak doğrultuda etki ettiğinde
cismin ivmesi kaç m/sn^2 olur (Cos 37° = 0,8) ?

A)$2m/sn^2$- 3,2 m/sn^2 B) 3 m/sn^2- 2 m/sn^2
B)C) 4 m/sn^2- 3,2 m/sn^2 D)5 m/sn^2-4 m/sn^2

10. Ağırlığı 200 N olan bir yük, en fazla 500 N'a kadar dayanabilen bir kablo ile yukarı doğru çekiliyor. Yükün ivme değeri en fazla kaç m/sn² olur (g = 10 m/sn² alınacak) ?

A)5 m/sn² B) 10 m/sn² C) 15 m/sn² D)20 m/sn²

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Bu faaliyette sürtünme, çeşitleri bağlı olduğu etkenler ve sürtünme kuvveti ile ilgili hesapları yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Hava, yer vb. ortamlarda sürtünme kuvvetlerinin cisimlerin hareketleri üzerindeki etkilerini araştırarak açıklayınız.

3. SÜRTÜNME

3.1. Tanımı ve Çeşitleri

Bir cismi farklı yüzeylerde hareket ettirmenin, cismin hareketinde değişiklikler yaptığını günlük yaşantımızdan bilmekteyiz. Pürüzlü, kaygan veya cilalı yüzeylerde aynı cismin hareketi farklı olmaktadır. Cam üzerinde bir cisim daha kolay hareket ederken tahta üzerinde hareket etmesi daha zordur.

Cismin hareket ettiği yüzeyin pürüzlü olması, cismin harekete geçmesini zorlaştırırken düz veya pürüzsüz yüzeylerde aynı cisim daha kolay harekete geçer. Bu nedenle halı, tahta, taşlı zemin gibi yüzeylerde cismi harekete geçirmek için gerekli olan kuvvet; cam, asfalt, yağlı zemin gibi yüzeylerdeki aynı cismi hareket ettirmek için gerekli olan kuvvetten daha büyüktür. Yani cismin temas ettiği yüzeyin pürüzlüğü arttıkça cismin harekete geçmesi için gerekli olan kuvvet artmaktadır.

Şekil 3.1: Sürtünme

Şekil 3.1'de olduğu gibi iki traktör yolda gitmektedir. Bu traktörlerden bir tanesi asfalt yolda giderken diğer taşlı bir yolda gitmektedir. Taşlı yolda giden traktörle düz yolda giden traktörün aynı hızda gitmeleri için taşlı yoldaki traktörün daha fazla kuvvet kullanması gerekmektedir.

Bir zemin üzerinde bulunan bir cismi harekete geçirmek için, yüzeyin cisme uygulanan hareketin zıt yönünde oluşan sürtünme kuvvetinden daha büyük bir kuvvete gereksinim vardır. Aksi takdirde uygulanan kuvvet cismin sürtünme kuvvetinden daha küçük veya eşitse cisim harekete geçmez.

Sabit hızla hareket eden bir cisme etkiyen sürtünme kuvveti ile harekete geçirici kuvvetin bileşkesi sıfırdır. Çünkü cismi harekete geçirici kuvvet ile sürtünme kuvveti ters yöndedir.

Bu bilgilerden hareketle; cisimler hareket ederken temas ettikleri yüzeylerin sürtünmesinden kaynaklanan ve yer değiştirmeye zıt yönde ortaya çıkan kuvvete **sürtünme kuvveti** denir.

3.1.1.Sürtünme Kuvvetinin Bağlı Olduğu Etkenler

3.1.1.1.Yüzeyin Pürüzlü Olması

Cismin hareket edeceği yüzeyin pürüzlü olması cismin hareketinde önemlidir. Pürüzlü yüzeylerde cisimlerin hareket etmesi için daha büyük kuvvete ihtiyaç vardır.

Bütün yüzeylerde mutlaka pürüz vardır. Cisimler birbiri üzerinde hareket ederken yüzeylerindeki girinti ve çıkıntılar birbirinin içerisine girerek cismin hareket etmesini güçleştirir. Cilalı yüzeylerde bu girinti-çıkıntılar daha az olduğundan sürtünme kuvveti de o oranda azdır. Bu nedenle pürüzlü yüzeylerin yağlanması ile bu girintiler azaltılarak daha az sürtünme kuvveti uygulaması sağlanabilir.

3.1.1.2. Cismin Ağırlığı

Bir cismin ağırlığı arttığında cismin ve yüzeyin girinti-çıkıntıları daha fazla birbiri içine gireceğinden sürtünme de artar. Yani cismin hareketini engelleyen kuvvetin büyüklüğü de artar. Cismin hareket etmesini engelleyen bu kuvveti yenmek için bu kuvvetten daha büyük bir kuvveti cisme uygulamak gerekir.

3.1.2.Sürtünme Kuvvetinin Etkileri

Sürtünme kuvveti, cisimlerin yüzeyde tutunmasına yardım eden bir etkendir. Eğer sürtünme kuvveti var olmasaydı birçok yaşamsal faaliyet mümkün olmazdı. Yolda yürüyemez, bir yerde oturamaz, yemek yiyemez, yazı yazamaz, araç kullanamazdık. Örneklerde de görüldüğü gibi her türlü hayati olayın gerçekleşmesinde sürtünme kuvvetinin etkisi vardır. Araba örneğini biraz açacak olursak yolda hareketine başlayan bir aracın durması sürtünme kuvvetinin etkisi ile oluşmaktadır. Bu kuvvet olmasaydı frenler tutmayacağı için araba sürekli hareket ederdi.

Buzun sürtünme kuvvetinin toprak veya asfalta göre daha düşük bir sürtünme kuvveti olduğu bilinmektedir. Kışın buzlu yollarda araçlar daha fazla kaymakta ve frenlerin etkisi daha az olmaktadır. Bu nedenle kışın meydana gelen kazalar, diğer zamanlara göre daha fazla olmaktadır. Bu nedenle kışın buzun erimesi için tuz kullanılması (suyun donma sıcaklığını düşürür) veya toprak atılması bu sürtünme kuvvetini artırmak içindir.

Sürtünme kuvvetinin hayatımızı kolaylaştıran çok büyük etkilerinin yanında günlük yaşantıda işleri zorlaştırdığı da bilinmektedir. Çünkü sürtünme kuvvetini yenerek cisimleri harekete geçirmek için daha büyük kuvvet kullanılması gerekir. Büyük yükleri, sürtünme kuvveti nedeni ile kas gücümüzle hareket ettiremeyiz. Bundan dolayı çeşitli makineler kullanarak bu yükleri hareket ettiririz.

Makineler çalışırken içerisindeki parçalar birbirine sürtünür. Sürtünen bu parçalar zamanla aşınarak kullanılmaz hâle gelir. Makinelerin yıpranmasını engellemek için sürtünme kuvvetini düşürücü önlemler almak gerekir. Yani sürtünme kuvvetinin çok büyük yararları olmakla beraber bazı zorlukları da vardır.

3.1.3.Sürtünme Kuvvetini Artırmak ve Azaltmanın Yolları

Sürtünme kuvvetinin, bir olayın gerçekleşmesi için yetersiz kaldığı durumlarda alınması gereken tedbirler vardır. Bunlardan bazılarını sıralayacak olursak;

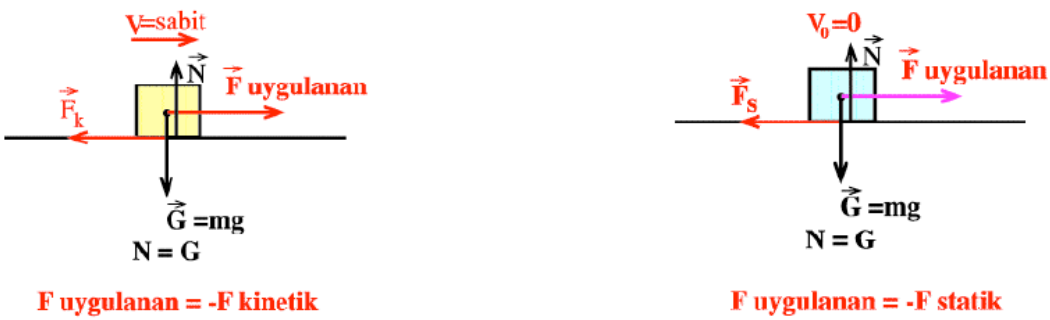
- Kışın araba lastiklerine zincir takılması,
- Sporcuların ayakkabılarının altına dişler yapılması,
- İş makinelerinin tekerlerinde dişlerin daha büyük yapılması,
- Büyük kütlelerin altına tekerlek tipinde cisimlerin konulması,
- Makinelerin yağlanması,
- Dik yokuşlarda ulaşımı kolaylaştırmak için önlemler alınması vb. diyebiliriz.

3.2.Kayma Sürtünmesi

Birbiri üzerinde kayarak hareket yapan cisimlerin değme yüzeylerinde meydana gelen sürtünme kuvvetidir.

3.2.1. Kinetik Sürtünme Kuvveti

Kinetik sürtünme kuvveti (Fk) bir cismi sabit hızla harekette tutan kuvvete eşit büyüklükte, aynı doğrultulu ve zıt yönlü olan kuvvettir (Şekil 3.2. a) .



ab

Şekil 3.2: Kinetik ve statik sürtünme kuvvetleri

3.2.2. Statik Sürtünme Kuvveti (Fs):

Duran bir cismi harekete geçirebilecek kuvvete eşit büyüklükte, aynı doğrultulu ve zıt yönlü kuvvettir (Şekil 3.2.b) .

Aynı cisme aynı düzlemde etki eden kinetik sürtünme kuvveti ile statik sürtünme kuvveti karşılaştırıldığında,

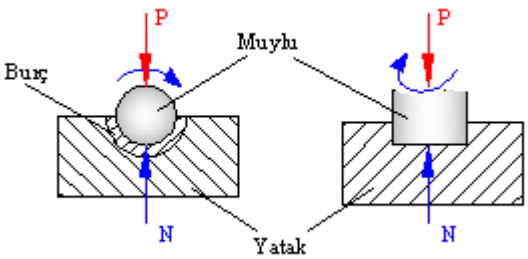
$F_{statik} > F_{kinetik}$ olduğu görülür.

Not: Fk ve Fs sürtünme kuvvetlerinin değeri birbirine yakın olduğundan bunların yerine $F_{sür}$ alınacaktır.

3.3. Muylu ve Yataklarda Meydana Gelen Sürtünme

Yatakların içinde kalan mil uçlarına **muylu** denir. Çalışma sırasında muylu ile yatak yüzeyleri arasında sürtünme oluşur. Çalışmanın problemsiz olması için muylu ile yatağın temas eden yüzeylerinin yağlanması gerekir (Şekil 3.3).

Muylu eksenine dik gelen kuvvetlerde radyal, paralel gelenlerdeyse aksiyal yatak kullanılır.



Şekil 3.3: Aksiyal yatak

3.4.Yuvarlanma Sürtünmesi

Birbiri üzerinde yuvarlanarak hareket eden cisimler arasındaki sürtünme kuvvetidir. Kayma sürtünmesine göre çok daha küçüktür. Günümüzde makinecilikte birbiri ile sürtünmesi gereken yüzeylerde yuvarlanma sürtünmeli yataklar kullanılmaktadır.

3.5.Sürtünme Kuvveti

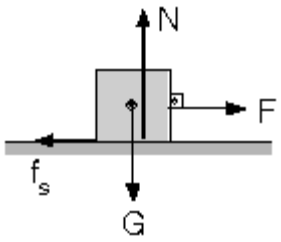
Cisimler, hareket ettirilmek istendiğinde veya hareket ederken cismin, hareketine karşı bir kuvvetle karşılaşır. Cisimle temas ettiği yüzey arasında olan ve cismin hareket yönü ile zıt yönlü olan kuvvet sürtünme kuvvetidir.

Sürtünme kuvveti hareketli bir cismi durdurmaya veya durmakta olan bir cismin harekete geçirilmesini önlemeye çalışan kuvvettir.

Yatay bir zemin üzerinde *V* hızı ile atılan cisim bir süre sonra durur. Yavaşlayan cisimlere, hareket yönünün tersine bir kuvvet uygulanır. Bu kuvvet cisim ile zemin arasındaki sürtünme kuvvetidir.

Duran bir cisme kuvvet uygulandığında cisim önce hareket etmekte zorlanır. Bunun nedeni sürtünme kuvvetidir. Buna göre sürtünme kuvveti hareketli bir cismi durdurmaya veya durmakta olan cismin harekete geçmesini engellemeye çalışan bir kuvvettir. Sürtünme kuvvetinin büyüklüğü yüzeye dik olan N tepki kuvveti ile doğru orantılıdır (Şekil 3.4).

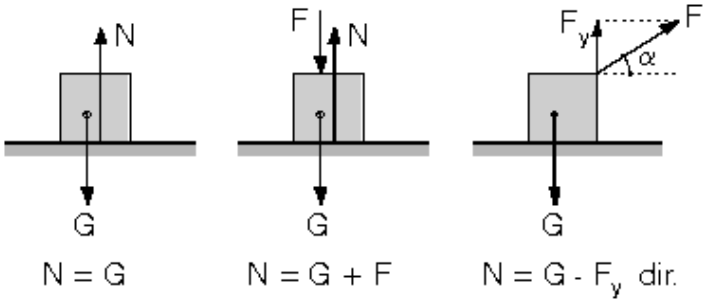
fs = k.N **olur**



Şekil 3.4. Sürtünme kuvveti

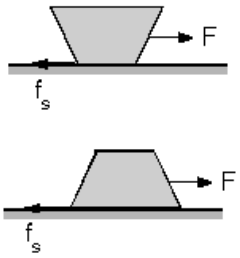
Buradaki birimsiz olan k sabiti, sürtünme katsayısı olup, sürtünen yüzeylerin cinsine bağlıdır. Parlak ve pürüzsüz yüzeylerin sürtünme katsayısı küçüktür.

N : Hareket doğrultusuna dik olan kuvvetlerin bileşkesidir (Şekil 3.4).



Şekil 3.5 N : Hareket doğrultusuna dik olan kuvvetlerin bileşkesi

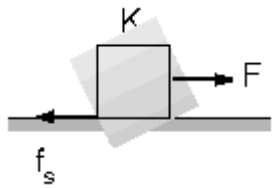
Sürtünme katsayısı küçük olan yüzey de sürtünme kuvveti küçük olur. Bu tip yüzeylere kaygan zemin denilir. Sürtünme kuvveti cismin sürtünen yüzeyinin alanına bağlı değildir (Şekil3.5).



Şekil 3.6: Sürtünme kuvveti- sürtünen yüzeyinin alanı ilişkisi

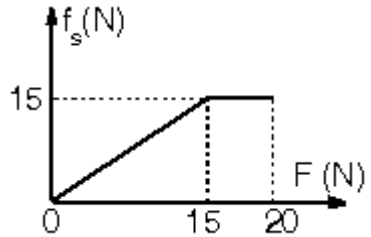
Şekildeki cisim, sürtünme katsayısı aynı olan, geniş ve dar yüzeyler üzerinde çekildiğinde, her iki durumda da sürtünme kuvveti eşit olur.

$F_s = k \cdot N$ formülü sürtünme katsayısının maksimum değeridir. Örneğin, şekildeki K cismi ile zemin arasındaki sürtünme kuvveti 15 N ise uygulanan kuvvet 15 N oluncaya kadar sürtünme kuvveti uygulanan kuvvete eşittir.



Şekil 3.7: Cisim ile sürtünme kuvveti arasındaki ilişki

F kuvveti 10 N ise sürtünme kuvveti de 10 N dur. F kuvveti 15 N ise sürtünme kuvveti de 15 N dur. Daha sonra F kuvvetinin aldığı her değere karşılık sürtünme kuvveti değişmez ve 15 N olur (Şekil 3.8).

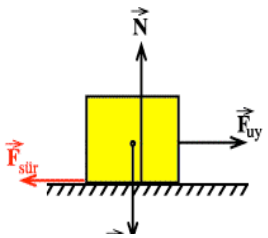


Şekil 3.8: Sürtünme kuvveti- F kuvveti grafiği

Ayrıca cismin ivme uygulanan kuvvet grafiği şekildeki gibi olur. Uygulanan kuvvet sürtünme kuvvetine eşit oluncaya kadar cisim hareket etmez ve ivme kazanmaz. Doğrunun eğimi ise cismin kütlesinin tersine eşittir (Şekil 3.8).

Örnek-1:Sürtünme kat sayısı 0,2 olan yatay konumdaki bir masa üzerinde duran 4 kg'lık bir bloka 2 m/sn² lik ivme verebilecek yatay kuvvetin büyüklüğü kaç N'dur (g= 10 m/sn²)?

Çözüm:



G=m.g

Cisme etki eden net kuvvet,
Fnet = Fuy - Fsür
Fnet = m a
Fnet = 4 . 2
Fnet = 8 N'dur.

Fsür = k N = k m g
Fsür = 0,2 . 4. 10
Fsür = 8 N
Fuy = Fnet + Fsür
Fuy = 8 + 8
Fuy = 16 N 'dur.

Örnek-2: Yatay bir düzlemde durmakta olan 5 kg kütleli bir cisim 12 N'luk yatay ve sabit bir kuvvetle çekiliyor. Cisim 4 saniyede 16 m yer değiştirdiğine göre;

a. Cismin ivmesini,
b. Cisimle yüzey arasındaki sürtünme kat sayısını bulunuz (g=10 N/kg alınacak).

Çözüm:

a) x = 1/2a t² den
16 = 1/2a4²
16 = 1/2a 16
a = 2 m / sn² bulunur.

b) a = Fnet/m =Fuy –Fsür/m

$$2 = \frac{12 - Fsür}{5}$$

Fsür = 2 N bulunur.
Fsür = k N eşitliğindeinde N yerine
N = G = m g yazılırsa,

Fsür = k m g
2 = k . 5 . 10
k = 0,04 olarak bulunur.

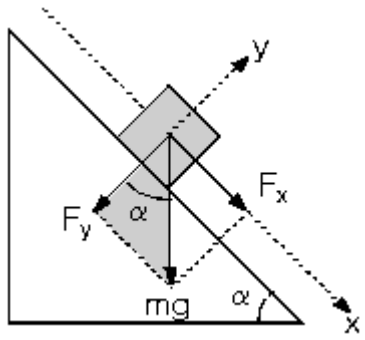
3.5.1. Sürtünme Kuvvetinin Özellikleri

- Sürtünme kuvveti hareket yönüne zıt yöndedir.
- Sürtünme kuvvetin hareket ettirici özelliği yoktur, hareketi engelleyici özelliği vardır.
- Sürtünme kuvveti cismin sürtünen yüzeyin cinsine bağlıdır.
- Sürtünme kuvveti, sürtünen yüzeylerin alanına bağlı değildir.
- Sürtünme kuvvetinin büyüklüğü sürtünen yüzeylere dik olan tepki kuvveti ile doğru orantılıdır.
- Sürtünme kuvveti olmasa idi, hareket halindeki insanlar duramaz, duran insanlar ise yürüyemezlerdi.
- Sürtünme kuvveti zeminle olduğu gibi hava ile de olur. Buna hava direnci denir.

3.5.2.Eğik Düzlem

3.5.2.1. Sürtünmesi Önemsiz Eğik Düzlem

Eğim açısı α olan, sürtünmesi önemsiz eğik düzleme m kütleli bir cisim bırakılıyor. Cismin ağırlık kuvveti bileşenlerine ayrılırsa eğik düzleme, paralel ve dik bileşenler taralı üçgenden sinüs ve cosinüs bağıntıları yazılarak bulunur.



Şekil 3.9 Sürtünmesi önemsiz eğik düzlem

$F_x = mg \cdot \sin\alpha$
$F_y = mg \cdot \cos\alpha$ dır.

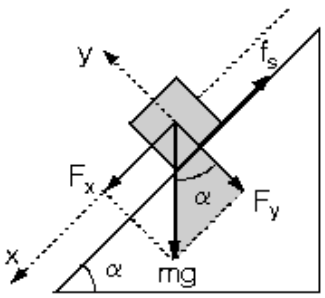
Cismi eğik düzlemde aşağı doğru hareket ettiren kuvvet F_x kuvvetidir. Buna göre cismin ivmesi dinamiğin temel prensibinden bulunur.

$F_{net} = m \cdot a$
$F_x = m \cdot a$
$m.g.\sin\alpha = m \cdot a$
$a = g \cdot \sin\alpha$ dır.

Bu bağıntıya göre cismin ivmesi yalnız eğik düzlemin α eğim açısı ile g yer çekim ivmesine bağlıdır. Cismin kütlesine bağlı değildir. Cismin eğik düzlemde aldığı yol, kazandığı hız ve geçen süre hızlanan hareketin özelliklerinden bulunur.

3.5.2.2. Sürtünmeli Eğik Düzlem

Benzer şekilde ağırlık kuvvetinin bileşenleri bulunur.
$F_x = mg \sin\alpha$
$F_y = mg \cos\alpha$ dır.
Sürtünme kuvveti ise
$f_s = k \cdot N = k \cdot mg \cos\alpha$' dır ($N = F_y$) .

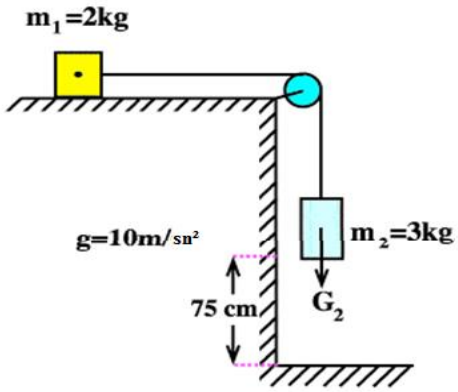


Şekil 3.10 Sürtünmeli eğik düzlem

Cismin eğik düzlemde hareket etmesi için $F_x > f_s$ olmalıdır.
$F_x = f_s$ ise ilk hız yoksa harekete geçmez, ilk hız varsa sabit hızlı hareket yapar.
$F_x < f_s$ ise cisim harekete geçmez. Eğer ilk hızla atılırsa, aşağı doğru yavaşlayan hareket yapar.

Sürtünmeli eğik düzlemde cismin ivmesi,
$F_x - f_s = m \cdot a$ bağıntısından bulunur.
Eşitliğin her iki tarafından kütleler sadeleşeceği için sürtünmeli eğik düzlemde de ivme kütleye bağlı değildir.

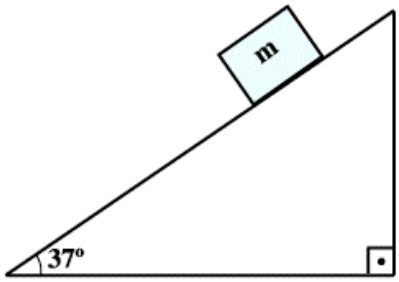
Örnek3: Şekildeki m1 kütleli cisimle yatay düzlem arasındaki sürtünme katsayısı 0,5 ise sistemin ivmesi kaç m/sn² olur?



Fsür = k N
Fsür = k m1 g
Fsür = 0,5 . 2 . 10
Fsür = 10 N

$$a = \frac{G2 - Fsür}{\Sigma m} = \frac{m2g - Fsür}{m1 + m2} = \frac{(3.10) - 10}{2 + 3} = a = \frac{20}{5} = 4\,m/sn^2$$ dir.

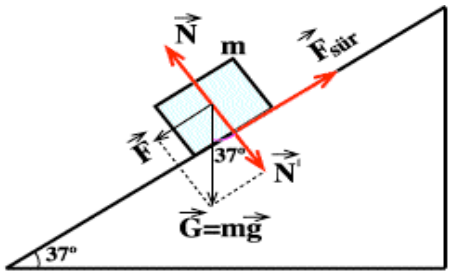
UYGULAMA FAALİYETİ



Şekildeki eğik düzlem üzerinde bulunan m kütleli cisim serbest bırakılıyor.
Cismin ivmesi kaç m/sn² olur (k = 0, 5, g = 10 m/sn², Sin 37°= 0,6, Cos 37°= 0,8)?
Problemini çözmek için aşağıdaki uygulamaları yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Kuvvetleri sınıflandırınız.	➢Doğrultu ve yönlerine göre kuvvet tipini belirleyiniz.
➢ Kuvvetleri vektörler şeklinde çiziniz.	➢Gönye kullanınız.
➢ Hesaplamasını yapınız.	➢Trigonometrik cetveli kullanınız ➢Gerekli işlemleri yapınız.

Çözüm:



Cisme etki eden net kuvvet F ile Fsür kuvvetinin bileşkesidir.
Fnet = F - Fsür
Fnet = G Sin α′ - k N
Fnet = m g Sin α - k m g Cos α
Fnet = m g (Sin α - k Cos α)

$$a = \frac{Fnet}{m} = a = \frac{m.g.(sin\alpha - k.cos\alpha)}{m}$$

a= g (Sin α - k Cos α)
a = 10 (0,6 - 0,5 . 0,8)
a= 2 m/sn² olur.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet,** kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Kuvvetleri sınıflandırdınız mı?		
2. Kuvvetleri vektörler şeklinde çizdiniz mi?		
3. Hesaplamasını yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirmeye'' geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin sonunda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız

1. (…)Cismin hareket ettiği yüzeyin pürüzlü olması, cismin harekete geçmesini kolaylaştırır.

2. (…)Cismin temas ettiği yüzeyin pürüzlüğü arttıkça cismin harekete geçmesi için gerekli olan kuvvete artmaktadır.

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

3. Bir zemin üzerinde bulunan bir cismi harekete geçirmek için, yüzeyin cisme uygulanan hareketin…….yönünde oluşan sürtünme kuvvetinden daha ……bir kuvvete gereksinim vardır.

4. Cisimler hareket ederken temas ettikleri yüzeylerin sürtünmesinden kaynaklanan ve yer değiştirmeye zıt yönde ortaya çıkan kuvvete …….denir.

5. Pürüzlü yüzeylerin ……ile girintiler azaltılarak daha az sürtünme kuvveti uygulaması sağlanabilir.

6. Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

7. Aşağıdakilerden hangisi sürtünmeyi artırıcı önlemlerden değildir?

A)Kışın araba lastiklerine zincir takılması
B)Sporcuların ayakkabılarının altına dişler yapılması
C)İş makinelerinin tekerlerinde dişlerin daha büyük yapılması
D)Makinelerin yağlanması

8. Bir cismin ağırlığı arttığında sürtünmesinde ne gibi değişikler olur?

A) Azalır B)Artar C)Değişmez D) Hiçbiri

9. Bir cismi sabit hızla harekette tutan kuvvete eşit büyüklükte, aynı doğrultulu ve zıt yönlü olan kuvvet aşağıdakilerden hangisidir?

A)Statik sürtünme B) Kinetik Sürtünme C) Radyal sürtünme D) Eksenel sürtünme

10. Eğik düzlemde ivme ve kütle arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisidir?

A) İvme Kütleye bağlı değildir. B)Kütle arttıkça ivme artar
C) Kütle arttıkça ivme azalır D) Hiçbiri

11. m=30kg kütleli cisimle yatay düzlem arasındaki sürtünme katsayısı 0,5 ise sistemin Sürtünme kuvveti $F_{sür}$ kaç N olur ($g=10m/sn^2$)?

A)50N B) 100N C) 150N D) 200N

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ- 4

AMAÇ

Merkezcil kuvvetlerin bulunması ili ilgili hesapları yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Merkezcil kuvvet mi yoksa merkezkaç kuvvet mi gerçek bir kuvvettir? Araştırınız.

4. MERKEZKAÇ KUVVET

4.1. Tanımı

Bir ipin ucuna taş bağlayıp hızla çevirmeye başlayın; taş bir çember biçiminde dönecek ve ipi gergin tutacaktır. Sanki ip, taşı, dairesel yörüngesinde tutmak için çekiyor gibidir. İp koparsa ya da siz ipi bırakırsanız, bu kez taş düz bir çizgi üzerinde ileri fırlayacaktır.

Bu biçimde "merkez" den kurtulup dışarı "kaçmaya" çalışan cisimlerin dışa doğru uyguladığı kuvvete merkezkaç kuvvet denir. Bu cisimleri dairesel bir yörüngede tutmak için gerekli olan ve içe doğru etkileyen kuvvete ise merkezcil kuvvet denir.

Bir dönemeci hızla dönen bir otomobildeki yolcu, kendisini dönemecin dışına doğru çekiliyormuş gibi hisseder. Otomobil de, kötü hava koşullarında aynı yönde savrulabilir; bunu önlemek için yollar, dönemeçlerde içe doğru eğimli yapılır. Bisikletçiler ve motosikletçiler dönemeçleri dönerken merkezkaç kuvvete karşı koymak için yana doğru yatarlar.

Bizi Dünya'nın üzerinde, gezegenleri Güneş'in çevresindeki yörüngelerinde tutan kütle çekim kuvveti merkezcil kuvvettir. Daha ağır parçacıklar üzerinde etki yapan merkezkaç kuvvet daha büyüktür. Santrifüj makineleri de bu ilkeye dayalı olarak çalışır. Kaymağın sütten ayrılmasında ya da yağ üretiminde tortuların sıvıdan ayrılmasında santrifüj makinelerinden yararlanılır. Makine, içindeki sıvıyı büyük bir hızla döndürür ve daha ağır olan parçacıklar dışa doğru savrulur. Aynı tür ayırma işlerinin yapılmasının gerektiği kimya ve tıp laboratuvarları, santrifüj makinelerinin kullanıldığı başlıca yerlerdendir.

Düzgün dairesel dönme hareketinde merkeze doğru bir ivme vardır. Hareketli cisim, bir kütleye sahip olduğuna göre bu kütlenin merkeze doğru bir ivme kazanabilmesi için yine merkeze doğru bir kuvvet etkisinde kalması gerekir. Merkezcil kuvvet denen bu kuvvet var olmazsa merkezcil ivme de mevcut olamaz ve sonuçta dönme hareketi yapılamaz. Mesela bir ipe bağlanarak döndürülen taş parçasının dairesel hareket yapması, merkezcil bir kuvvet tatbik etmekle, yani onu iple merkeze doğru çekmekle mümkün olmaktadır. Dönmeyi sağlayan bu kuvvet ortadan kalkınca, mesela taşı bağlayan ip kopunca, taş yörüngeye teğet olarak fırlar gider. İp kopmadığı sürece sistem, dengeli olarak dönme hareketini devam ettirir.

Denge için merkezcil kuvvet, zıt yönde ve ona eşit şiddette başka bir kuvvet meydana getirir. Bu kuvvete, merkezden dışa doğru yöneltilmiş olduğundan merkezkaç kuvvet veya santrifüj kuvvet adı verilir. Merkezkaç kuvvet, hakiki bir kuvvet değil, bir cisme dönme hareketi yaptırmak için tatbik edilen merkezcil bir kuvvete tepkiden ibarettir.

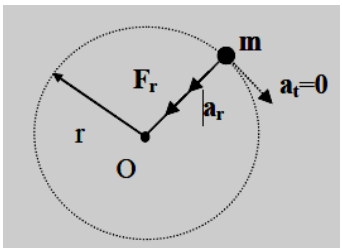
Eğrisel hareket yapan cisimler eylemsizlik (atalet) kuralı gereği doğrusal hareket etmek ister. Oysa eğrisel harekette sürekli yön değişikliği olmaktadır. Bu durumu sağlamak için sürekli etkiyen bir kuvvet gerekmektedir.

Eğrisel hareket yapan cismi dışa doğru çekmeye çalışan kuvvete **merkezkaç kuvvet** (Şekil 4.1), merkeze doğru çekmeye çalışan kuvvete de **merkezcil kuvvet** denir.

Şekil 4.1: Merkezkaç kuvveti

4.2.Newton'un 2. Yasasının Dairesel Harekete Uygulanması

Kütlesi m olan bir cismin düzgün dairesel hareket yaptığını düşünelim.



Cismin merkeze doğru yönelmiş bir ivmesinin olduğunu ve büyüklüğünün

$$a_r = \frac{V^2}{r}$$

şeklinde olduğunu bulmuştuk. Newton'un İkinci Yasası'nı düzgün dairesel harekete uygularsak:

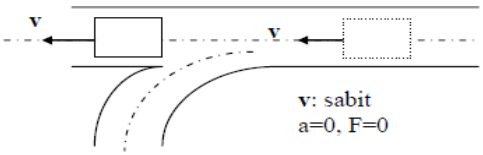
$$F = m.a = m\frac{v^2}{r}$$

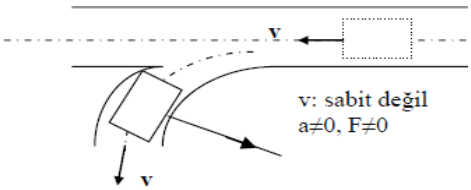
elde ederiz. Bu kuvvete merkezcil kuvvet denir ve yönü merkezcil ivme ile aynı yönlü, yani merkeze yöneliktir. Bu sonuç ile dairesel hareket yapan bir cismin merkeze yönelmiş olan bir kuvvetin etkisinde kaldığını söyleyebiliriz.

Günlük hayatımızda, bulduğumuz bu merkezcil kuvvetin aksine, yönü merkezden uzaklaşan yönde bir kuvvetin etkisini gözleriz. Bu kuvvete merkezkaç kuvvet deriz. Bu

bulgularımız ve günlük hayattaki tecrübelerimizin farklı oluşunun fiziksel bir açıklaması vardır ve bunu aşağıdaki şekilde açıklamaya çalışacağız.

Merkezkaç kuvvet, gerçek bir kuvvet olmayıp sadece fiziksel bir olayı hareketli (eylemli) bir gözlem çerçevesinde izlediğimiz için ortaya çıkan sözde kuvvettir (yalancı kuvvet). Bunu anlamak için aşağıda, doğrusal yörüngeden (anayoldan) ayrılarak dairesel yörüngede dolanan aracın hareketini iki farklı gözlem çerçevesinden inceleyelim:

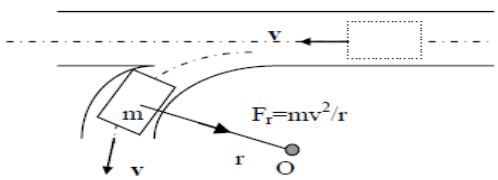


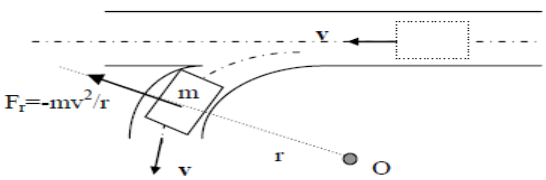


Şekil 4.2: Durum-1Şekil 4.3: Durum-2

Yukarıdaki birinci durumda(Şekil 4.2) cisim doğrusal ve sabit hızda hareket ettiği için ivmesi sıfırdır ve Newton'un İkinci Yasası gereği üzerine etki eden kuvvet de sıfır olur. Bu durumu ister hareketli gözlem çerçevesinden (arabanın içinden) isterse durağan bir gözlem çerçevesinden (aracın dışında eylemsiz bir gözlem çerçevesinde örneğin yolun kenarında) viraja girişini izleyelim aynı fiziksel olayı gözleriz.

Arabanın hızının büyüklüğünü koruyarak (sabit sürat) yoldan ayrılmasını gösteren ikinci durum (Şekil 4.3) birinci durumdan çok farklıdır. Burada arabanın hızının büyüklüğü değişmemesine rağmen dönemece girdiğinden hızın yönü değiştiği için ivmesi sıfırdan farklıdır ve dolayısı ile de üzerine merkezcil bir kuvvet etki etmektedir. Araba ivmeli bir hareket yaptığı için artık bu araba eylemsiz bir gözlem çerçevesi olmaktan çıkar ve bu gözlem çerçevesinden gözleyeceğimiz olaylar eylemsiz (durağan) bir çerçeveden gözleyeceğimiz olaylardan farklı olur. Yukarıdaki ikinci durumu hem arabanın içindeki bir gözlem çerçevesinden hem de dışarıdaki bir gözlem çerçevesinden izleyerek merkezkaç kuvvetin neden gerçek bir kuvvet olmadığını fakat bunun yanında günlük deneyimlerimizde neden varlığını hep hissettiğimiz bir kuvvet olduğunu anlayabiliriz.





Şekil 4.4: Arabanın dışında, durağan (eylemsiz) bir gözlem

Şekil 4.5: Arabanın içinden eylemli gözlem

Viraja giren arabaya eylemsiz bir gözlem çerçevesinden (arabanın dışında, durağan bir çerçeveden) bakıldığında yapacağımız gözlem şu olacaktır. Başlangıçta araba sabit bir v hızı ile gidiyordu ve ivmesi sıfırdı. Ama tam viraja geldiği anda araba bir kuvvetin etkisi altında kalarak dairesel bir hareket yapmaya zorlandı ve bu kuvvet "O" merkezine yönelen merkezcil kuvvetten başka bir şey olamaz.

Aynı gözlemi arabanın içinden yaptığımızda ise gözleyeceğimiz şu olacaktır: başlangıçta cisim sabit bir v hızı ile gidiyordu ve ivmesi sıfırdı. Ama tam viraja geldiği anda dışarıya doğru savrulduğumuzu yani "O" merkezinin tersi yönünde merkezkaç bir kuvvetin etkisinde kaldığımız gerçeğidir.

Yukarıdaki gözlemlerimizden şu sonuçları çıkarabiliriz: ivmeli hareket yapan araba, eylemli bir gözlem çerçevesi olduğundan bu gözlem çerçevesinden yapacağımız gözlemler bizi yanıltır ve gerçek olmayan kuvvetleri, örneğin merkezkaç kuvvetini, hissetmemize neden olur. Bunun yanında eylemsiz bir gözlem çerçevesinden yapacağımız gözlemler gerçek kuvvetleri (örneğin merkezcil kuvvet) gözlemlememizi olanaklı kılar.

Özetle gerçek olan merkezcil kuvvettir, merkezkaç kuvvet ise ivmeli (eylemli) gözlem çerçevesinde yapılan gözlemin bir sonucu olarak ortaya çıkan yalancı bir kuvvettir yani gerçek bir kuvvet değildir.

Peki gözlenen bu iki olayı nasıl uzlaştırırız? Newton'un 1. Yasası'ndan düzgün doğrusal hareket eden cisim eylemsizliğini korumaya çalışacağından, araç dönemece girdiğinde araca merkeze doğru yönelmiş bir kuvvet (sürtünme kuvveti) etki edecektir. Cisim ise (araç ve araçtaki kişi) doğrusal hareketini korumaya çalışacağından bu eylemi, sanki bir kuvvet etkisi altında sanki dışarıya savruluyormuş gibi (merkezkaç kuvvet varmış gibi) hissedecektir.

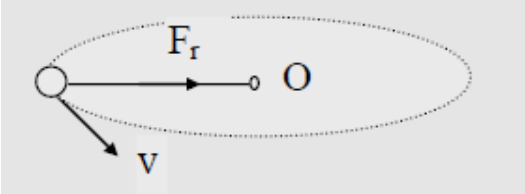
4.3. Kütle, Çevresel Hız, Açısal Hız ve Yarıçapla Olan Bağlantı

Çevresel hızla açısal hız arasındaki bağıntı: $\mathbf{V = w.r}$

Açısal hız biliniyorsa merkezkaç kuvvet **:** $\mathbf{Fm = m.r.w}$

Çizgisel hız biliniyorsa merkezkaç kuvvet : $\mathbf{Fm = m .V^2/r}$

Örnek-1: 0,5 kg kütleli bir top, 1,5 m uzunluğunda kablonun ucuna bağlanmıştır. Top, şekilde görüldüğü gibi yatay düzlemde dairesel yörüngede hızla döndürülüyor. Kablo 50 N'luk maksimum gerilmeye dayanabiliyorsa kopmadan önce topun sahip olabileceği maksimum sürat nedir?



Çözüm:

Fr=mar=mv²/r

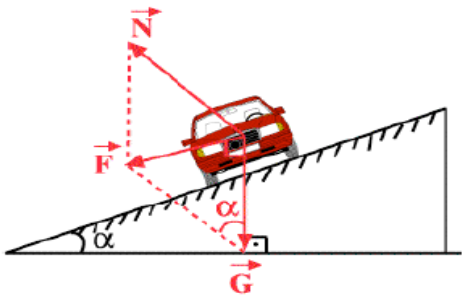
T= mv²/r => V=√(rT/m)

Vmax=√(rTmax/m)

Vmax=√[(1,5m).(50N)/(0,5kg)]=12,2 m/sn

4.4. Teğetsel Kuvvet

Yatay yolda r yarıçaplı bir virajı V hızıyla gönen bir araç, üzerine G ağırlık kuvveti, N yola dik tepki kuvveti ve bileşkeleri F merkezcil kuvveti etki eder. Merkezcil kuvveti sağlayan sürtünme kuvvetidir. Burada teğetsel kuvvet dönmeyi sağlayan kuvvettir(Şekil 4.6) O halde bir otomobilin yatay yoldan virajı güvenle dönebilmesi için,



Şekil 4.6: Eğimli virajda bir otomobile etkiyen teğetsel kuvvetler

$$N = G = m.g$$

$$Fs \geq F' = \frac{m \cdot V^2}{r}$$

$$k \geq \frac{V^2}{rg} \quad \text{olmalıdır.}$$

$$\mu.N = \frac{m \cdot V^2}{r} \rightarrow \mu.m.g = \frac{m \cdot V^2}{r} \rightarrow V = \sqrt{\mu.g.r}$$

Araçların virajları güvenle dönebilmesi için virajlara eğim verilir. Şekil 4.6'daki otomobilin sürtünmesiz virajı dönebilmesi için G ağırlığı ile yolun N tepki kuvvetinin bileşkesi F merkezcil kuvvete eşit olmalıdır. Buna göre:

$$F = G + N$$

$$\tan\alpha = \frac{F}{G} \qquad \tan\alpha = \frac{\frac{mv^2}{r}}{mg} \qquad \tan\alpha = \frac{v^2}{rg} \qquad \text{bulunur.}$$

- Virajlı yollardaki eğim, aracın hızına ve virajın yarıçapına bağlıdır.
- k sürtünme kat sayısı eğime tan α eşit veya daha büyük olmalıdır.

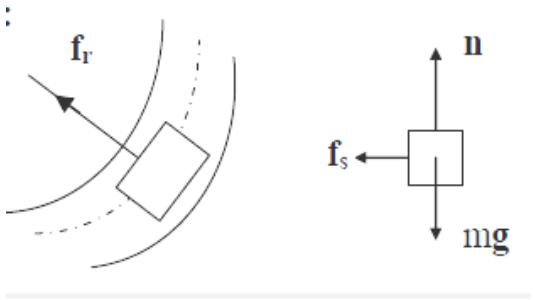
Örnek-2:Hızı 36 km/sa olan bir otomobilin, yarıçapı 40 m olan virajı güvenle dönebilmesi için yolun eğimi ne olmalıdır (g =10 m/sn² alınacak) ?

Çözüm
v= 36 km/sa = 10 m/sn, R= 40 m,
tan α = ?

$$\tan\alpha = \frac{v^2}{rg} = \frac{10^2}{40.10} = \frac{100}{400} = 0{,}25$$

tan 0,25= 24º

Örnek-3: 1500 kg kütleli bir araba düz bir yolda şekilde görüldüğü gibi 35 m yarıçaplı bir virajda hareket etmektedir. Yol ile tekerlekler arasındaki statik sürtünme katsayısı kuru zemin için 0,5 ise arabanın emniyetli olarak dönebileceği maksimum hızı bulunuz.



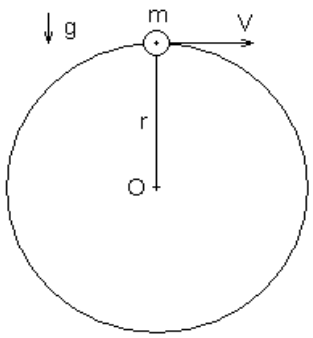
Çözüm:

$f_r = ma_r = mv^2/r$, $f_{s\max} = \mu s n$, $n = mg$

$V_{max} = \sqrt{\mu . g . r}$

$V_{max} = \sqrt{[(0{,}5).(9{,}8 m/sn^2).(35m)]} = 13{,}1$ m/sn

UYGULAMA FAALİYETİ



O noktasına ip ile bağlı m=20kg kütleli cisim düşey düzlemde O noktası etrafında sabit V=12m/sn hızı ile dönmektedir. r = 50 cm olduğuna göre ipteki gerilim kuvvetini bulunuz.

Verilen problemleri hesaplamak için aşağıdaki uygulamaları yapınız

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Kuvvetleri sınıflandırınız. ➢	➢ Doğrultu ve yönlerine göre kuvvet tipini belirleyiniz. ➢
➢ Verileri değerlendirerek formülleri tespit ediniz.	➢ Çizgisel hız biliniyor buma göre merkezkaç kuvvet formülünü uygulayınız.
➢ Hesaplamasını yapınız.	➢ Gerekli işlemleri yapınız.

m =20kg, V = 12m/sn, r = 50cm=0,5m

ÇÖZÜM

$Fm = m .V^2/r$

$Fm= 20.12^2/5$

$Fm= \frac{20.144}{5} = 576\ N$

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet,** kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
Kuvvetleri sınıflandırdınız mı?		
Verileri değerlendirerek formülleri tespit ettiniz mi?		
Hesaplamasını yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. (…..)Bir merkez çevresindeki dönme hareketinde, cismi merkezden uzaklaştırmaya çalışan kuvvete merkezkaç kuvveti denir.
2. (…..) Daha ağır parçacıklar üzerinde etki yapan merkezkaç kuvvet daha büyüktür.
3. (……)Bizi Dünya'nın üzerinde, gezegenleri Güneş'in çevresindeki yörüngelerinde tutan kütle çekim kuvveti merkezkaç kuvvettir.

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

4. Cismi merkeze doğru çeken kuvvete ……. kuvvet denir.

5. Denge için merkezcil kuvvet, ……..t yönde ve ona ……. şiddette başka bir kuvvet meydana getirir.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

6. Aşağıdakilerden hangisi merkezkaç kuvveti etkisi ile çalışan makine tipindendir?
A)TornalarB)Mikser makineleri
C)Santrifüj makineleriD) Frezeler

7. Aşağıdaki olaylardan hangisinde merkezkaç kuvveti etkisi <u>yoktur</u> ?
A) Virajı alan araçlardaB)İpe bağlı olan taşın dönme hareketinde
C)Dönme dolaplardaD) Matkapla delme işleminde

8. m=2200kg kütleli bir araç 12m yarıçapındaki bir virajı 60 km/sa hızla döndüğüne göre burada meydana gelen merkezkaç kuvvetini bulunuz (Viraj eğimsizdir.) .

A)30311NB) 35800NC) 38722ND) 42720N

9. 2000 kg kütleli bir kamyonet düz bir yolda 20 m yarıçaplı bir virajda hareket etmektedir. Yol ile tekerlekler arasındaki statik sürtünme katsayısı kuru zemin için 0,4 ise arabanın emniyetli olarak dönebileceği maksimum hızı bulunuz.

A)7,75m/snB) 8,85m/snC) 9.25m/snD) 10,42m/sn

10. 5 kg kütleli bir top, 2 m uzunluğunda kablonun ucuna bağlanmıştır. Top, yatay düzlemde dairesel yörüngede hızla döndürülüyor. Kablo 25 N'luk maksimum gerilmeye dayanabiliyorsa kopmadan önce topun sahip olabileceği maksimum sürat nedir?
A)2,26m/snB) 2,84m/snC) 3m/snD) 3,16m/sn

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ- 5

AMAÇ

İş, güç ve enerji hesapları yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- İş,güç ve enerji ile ilgili güncel ve somut örnekler nelerdir? araştırınız.

5.İŞ, GÜÇ VE ENERJİ

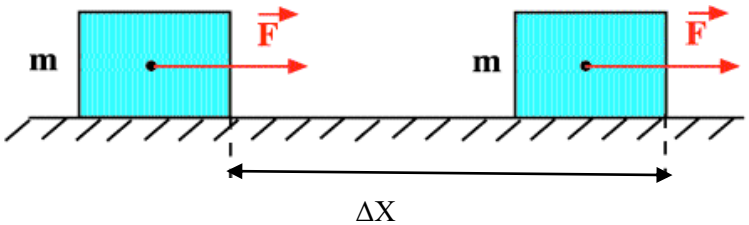
5.1. İş ve Anlamı

Günlük hayatımızda sayısız iş tanımı yapılabilir ama fiziksel anlamda işin tanımı net ve tektir. Masada oturup saatlerce ders çalışan bir öğrenci mi iş yapmıştır? Yoksa bir basamak merdiven çıkan öğrenci mi iş yapmıştır? Çalışan öğrenci fiziksel anlamda iş yapmamıştır. Ancak bir basamak merdiven çıkan öğrenci fiziksel anlamda bir iş yapmıştır. O hâlde işi şöyle tanımlayabiliriz;

Bir kuvvet, bir cisme uygulandığında, onu kendi doğrultusunda hareket ettiriyorsa fen anlamında bu kuvvet iş yapmıştır. Bu işin tanımından da anlaşıldığı üzere fen anlamında işin yapılabilmesi için üç şartın gerçekleşmesi gerekir;

- Bir cisme bir kuvvetin uygulanması gerekir yani bir kuvvet olmalıdır.
- Bu kuvvet bu cisme yol aldırması gerekir.
- Kuvvetle yolun aynı doğrultuda olması gerekir.

Bu şartlardan biri veya birkaçı eksik olursa iş yapılmış sayılmaz.



Şekil 5.1: Kuvvet etkisiyle bir cismin yer değiştirmesi

Şekil 5.1'de görüldüğü gibi yatay düzlemdeki cisim sabit bir F kuvvetinin etkisiyle Δx kadar yer değiştirmiş olsun. Yapılan iş, kuvvetle (F) yer değiştirmenin (Δx) çarpımına eşittir.

İş = Kuvvet.yol W = F . Δx'tir.

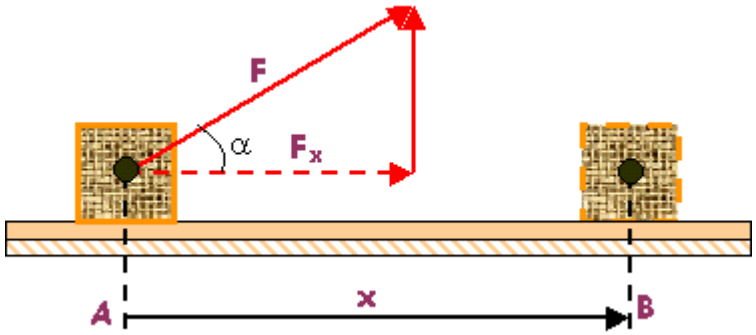
5.2. İş Birimleri

SI sisteminde kuvvet birimi Newton, alınan yolun birimi metre olduğundan işin birimi newton.metre'dir. Bu birime yine SI sisteminde joule (jul) denir. Yani 1 joule = 1 newton.metre'dir. Bir joule, bir newtonluk bir kuvvet tarafından, kuvvetin doğrultusuna paralel olarak bir metrelik bir uzaklık boyunca etkimesiyle yapılan iştir.

Nicelik	Kuvvet	Yer değiştirme	İş
Sembol	F	Δx	W
Birim	N	m	J (Joule) = N . m

Tablo 5.1: Birim tablosu

İş yapılması için sadece kuvvet uygulamak yeterli olmaz. Eğer cisim kuvvet uygulandığı hâlde hareket etmiyorsa yani yer değiştirme yapmıyorsa iş yapılmış olmaz. Örneğin bir kitabı okurken oturduğunuzda veya yemek yerken oturduğunuzda iş yapmış olmazsınız. Çünkü bu esnada herhangi bir yer değiştirme yapılmamıştır.



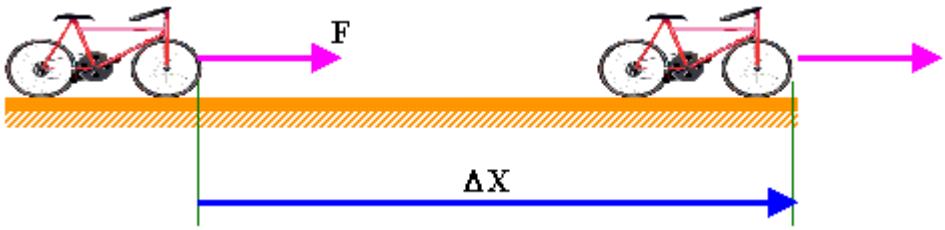
Şekil 5.2: Yapılan iş

Şekil 5.2'de olduğu gibi bir F kuvvetinin bir cismi A noktasından B noktasına x kadar yer değiştirdiğini var sayarsak F'nin x doğrultusundaki bileşenini F_x ile gösterelim. Bu durumda x yer değiştirmesi süresinde F tarafından yapılan işi bulmak için

$W = F_x . x$ olacaktır. Bu durumda F_x'i bulmak için

$F_x = F . \cos\alpha$ eşitliğinden yararlanılır. Bu iki formülden yararlanarak formülümüzü tekrar ele alacak olursak;

$W = F_x . \cos\alpha$ olacaktır.



Şekil 5.3: Bisikletlinin yaptığı iş

Örnek-1: Yukarıdaki şekli bir örnek çözerek inceleyecek olursak, bir kişi 25 Newton kuvvet uygulayarak bisiklete 1500 metre yol aldırırsa bu iş kaç joule'dir. Ve 10 Newton'luk bir kuvvetle aynı işin yapılması için bisikletin ne kadar yol alması gerekir?

Çözüm:

İlk olarak yapılan işin miktarı belirlemek gerekmektedir. Bunun için yukarıda verilen formülü kullanarak;

F=25 Newton, x=1500 metre ise

W = F.x , W=25.1500, W=37500 joule dir. İkinci işlemi yapmak için ise;

x= W/F, x= 37500/10, x=3750 metre yol alması gereklidir.

Yukarıda verilen örnekte görüldüğü gibi kuvvet ve yol arttıkça yapılan işin miktarı da artmaktadır. Yani aralarında doğru bir orantı vardır.

Örnek -2: Yatay düzlemde hareketsiz bir cisme, düzleme paralel 100 N'luk sabit bir kuvvet etki ettirilerek cismin 4 m yer değiştirmesi sağlanıyor. Yapılan iş kaç J'dür? (Sürtünmeler önemsenmeyecek)

Çözüm: Yer değiştirme yatay düzlemde, kuvvet doğrultusu ve yönündedir.

F = 100 N	W = F . Δx
Δx = 4m	W = 100 . 4
W = ?	W = 400 J

Örnek-3: Yatay düzlemde hareketsiz bir cisme, yatay düzlemle 37° açı yapan 100 N'luk sabit bir kuvvet etki ettirilerek cismin 10 m yer değiştirmesi sağlanıyor. Kuvvetin yaptığı iş kaç J'dür (Cos 37°= 0,8, sürtünmeler önemsenmeyecek) ?

Çözüm:

F= 100 N	W = Fx . Δx
Δx =10 m	W = F . Cos α Δx
α= 37°	W = F.Cos 37° Δx
W = ?	W = 100 . 0,8 . 10
	W = 800 J

5.3. Güç ve Birimleri

Birim zamanda harcanan enerjiye veya üretilen enerjiye güç denir. Yani iş yapabilme hızının bir ölçüsüdür. Bu enerji üretilirken veya tüketilirken bir zaman geçer. Fabrikada çalışan bir işçinin yaptığı iş, zaman geçtikçe artar ve harcadığı enerjide artar. Fakat birim zamanda yaptığı iş aynıdır. Benzer şekilde bir elektrikli ısıtıcının harcadığı enerji birim zamanda aynıdır ama zaman geçtikçe harcadığı toplam enerjisi geçen zamanla artmaktadır.
Güç P ile gösterilir ve birimi Watt'dır. Birim zamanda (t) cismin harcadığı enerji W ise, güç;

$$\text{Güç} = \frac{\text{Yapılan iş}}{\text{İşi yapmak için geçen zaman}} \qquad P = \frac{W}{t}$$

SI sisteminde iş= joule, zaman ise saniye ile ifade edilir. Güç birimi ise joule/saniye olacaktır. Bunun da SI sistemindeki karşılığı Watt'dır. Watt biriminin kullanılmasının nedeni ise buhar makinesini icat eden İskoçyalı bilim adamı James Watt'dan dolayıdır.

Watt küçük bir güç birimi olduğunda bunun yerine 1000 katını ifade eden kilowatt (kw) kullanılmaktadır. Taşıtlarda ise watt yerine beygir gücü ifadesi kullanılır. 1 BG=736 watt'tır.

Şekil 5.4:Güç

Örnek-1:Gücü bir örnekle inceleyelim. Recep ve Oktay tavana bağlı olan 10 metre uzunluğundaki bir halata tırmanmaktadırlar. Recep 75 kg, Oktay ise 62 kg'dır. Recep ipe 15 s'de tırmanırken Oktay 10 s'de tırmanmıştır. Bu durumda Recep mi yoksa Oktay mı daha güçlüdür (P_R, Recep'in gücün P_o ise Oktay'ın gücünü ifade etmektedir.) ?

Çözüm:
P_R= W/t P_R= mgh/t P_R= (75.9,8.10)/15 P_R= 490 watt
P_o= W/t P_o= mgh/t P_o= (62.9,8.10)/10P_o= 607,6 watt
Yapılan işlemlerde de görüldüğü gibi Oktay Recep'ten daha güçlüdür.

Örnek-2: Bir otomobil motorunun 5 saniyede yaptığı iş 40000 J ise motorun gücü kaç W'tır?

Çözüm:

t = 5 sn	P = W/t
W = 40000 J	P = 40 000 /5
P = ?	P = 8000 J/s (Watt)

Örnek-3: . Bir asansör içindeki 500kg yükü 0,5 m/sn sabit hızla 20m. yükseğe çıkardığına göre asansör motorunun gücü kaç Wattır(g=10m/sn², ortam sürtünmesiz)?

Çözüm: Asansör motorunun gücü P

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot \Delta x}{t} = m.g.V_{ortalama}$$

P= 500.10.0,5

P=2500Watt

5.4. Enerji Tanımı ve Çeşitleri

Bir cismin iş yapabilme yeteneğine enerji denir. Bir araç, bir yerden bir yere giderken bir kuvvet harcar ve yol alır ve bir enerji harcar. Bir silahtan çıkan mermi, önüne çıkan cisimleri tahrip eder veya deler. Bir insan bir masayı alıp başka yere taşırsa bir enerji harcamıştır. Yani iş yapabilecek durumda olan her şeyin bir enerjisi vardır. Bu enerji kullanılmadığı durumlarda potansiyel enerji iken kullanılma durumunda kinetik enerji hâlindedir.

İş yapabilmek için mutlaka enerjiye ihtiyaç vardır. Yapılacak işlem ile enerji işe dönüşecektir. Kuvvet uygulanarak iş yapıldığında cisim enerji kazanmaktadır. Bu nedenle enerji ile işin birimleri aynıdır yani jouledir.

Enerjinin farklı türleri vardır. Hareket enerjisi, ısı enerjisi, ışık enerjisi vb. Ve enerjiler birbirine dönüşebilmektedir. Bir lastiği çektiğimizde iş yapmış oluruz. Yapılan iş lastiğin içinde enerji olarak depolanır. Lastiğe bir cisim tutturup bıraktığımızda cisim hareket eder. Böylece lastiğin içinde depolanan enerji hareket enerjisine dönüşür. Ağzını mantar tıpa ile kapattığımız bir cam tüpü ısıttığımızda, tüpün içindeki havanın ısınarak genleşmesi sonucunda mantar tıpa fırlar. Burada ısı enerjisi hareket enerjisine dönüşmüştür.

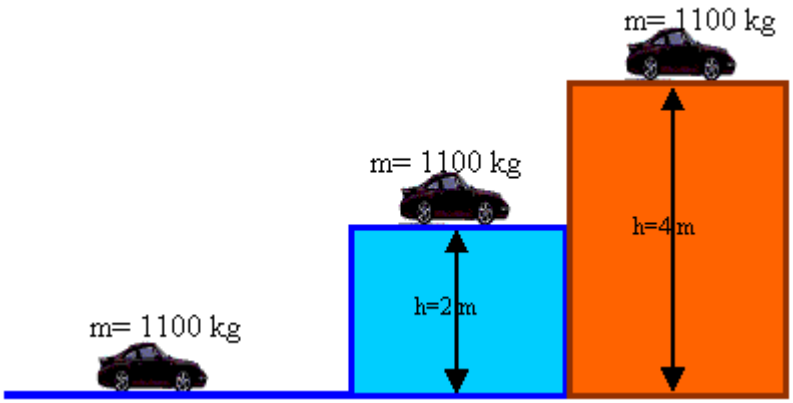
İki cismi birbirine sürttüğümüzde cisimleri hareket ettirmiş oluruz. Ve cisim bir süre sonra ısınmaya başlar. Burada da hareket enerjisi ısı enerjisine dönüşmüştür. İnsanlarda besinlerden aldıkları enerjiyi vücutlarında depolar ve bir iş yaptıklarında bu enerjiyi kullanarak iş yapar. Evlerimizi veya iş yerlerimizi ısıtmak için yakıtlardan faydalanırız. Yakıtlarda var olan kimyasal enerji ısı enerjisine dönüşür. Isıtma ve aydınlatma için elektrik enerjisini kullanırız. Elektrik enerjisi lambalar yardımıyla ışık enerjisine, ütü, ısıtıcı ve klima yardımıyla ise ısı enerjisine dönüşür.

5.4.1. Potansiyel Enerji

Cisimlerin hareket hâlinde olmadıkları durumlarda sahip oldukları enerjiye potansiyel enerji denir. Bir cismi yerden daha yüksek bir noktaya kaldırdığımızda yer çekimine karşı bir iş yapar. Yapılan bu iş cisimde enerji olarak depolanır ve cismin iş yapabilecek duruma gelmesine neden olur. Potansiyel enerjinin simgesi Ep ve birimi jouledir.

Yeryüzünden h yüksekliğine olan m kütlesine sahip olan bir cismin potansiyel enerjisini hesaplamak için;

Ep=m.g.h



Şekil 5.5. Potansiyel enerji

Örnek-1: Yukarıdaki şekilde (Şekil 5.5) bir arabanın farklı yüksekliklerde sahip olduğu potansiyel enerjiyi hesaplayalım;

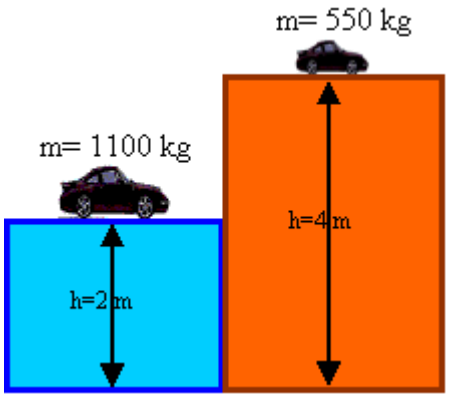
Çözüm:İlk olarak aracın 2 metre yüksekliğindeki potansiyel enerjisini bulacak olursak
Ep_1=m.g.h, Ep_1=1100.9,8.2, Ep_1=21560 jouledir.
4 metre yükseklikte arabanın potansiyel enerjisi ise
Ep_2=m.g.h Ep_2=1100.9,8.4 Ep_2=43120 jouledir.

Örnek-2: 5 m yükseklikte bulunan 50 kg kütleli bir taşın yere göre potansiyel enerjisi kaç joule' dür (g=10m/sn²)?

Çözüm :
Ep =m .g .h
Ep = 50. 10.5 = 2500joule

Yapılan işlemde de görüldüğü gibi cisim ne kadar yüksekte yer alırsa potansiyel enerji de o kadar artmaktadır.

Aşağıdaki şekilde olduğu gibi iki farklı kütleye sahip cisimlerin yükseklikleri farklı olmasına rağmen sahip oldukları potansiyel enerjilerin eşit olduğunu hesaplayarak görebilirsiniz.



Şekil 5.6: Kütle-Potansiyel enerji arasındaki ilişki

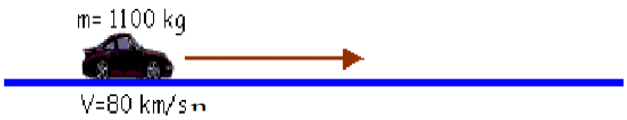
5.4.2.Kinetik Enerji

Hareketli cisimler iş yapabilme yeteneğine sahiptirler yani bu cisimlerin enerjileri vardır. Bu hareketinden dolayı cisimlerin sahip oldukları enerjiye kinetik enerji denir. Akan su, hareket hâlindeki araba, fırlatılan bir taş, yüksekte uçmakta olan bir kuşun kinetik enerjileri vardır. Duran cisimlerin potansiyel enerjileri, cisimler hareket hâline geçtiklerinde bu enerji kinetik enerjiye dönüşür. Örneğin duran bir araba potansiyel enerjiye sahiptir. Araç harekete geçtiğinde potansiyel enerji kinetik enerjiye dönüşür. Araç hızlandıkça kinetik enerji artacaktır. Kinetik enerjinin simgesi Ek ve birimi jouledir.

Farklı kütlelere sahip olan cisimlerin kinetik enerjileri de farklıdır. Aynı yol üzerinde hareket eden bir kamyon ile bir otomobilin kinetik enerjileri farklıdır. Bu nedenle bu iki aracın çarpışmasında kinetik enerjisi daha az olan otomobilin hasar oranı kamyona göre daha fazladır. Aynı şekilde daha hızlı hareket eden arabaların çarpışmasında da hasar daha fazla olmaktadır.

Bir V hızı ile hareket eden m kütleli bir cismin kinetik enerjisi;

Ek=1/2m.V^{2}olacaktır. m ve V^2 her zaman pozitif nicelikler olduğundan kinetik enerji de pozitiftir.



Şekil 5.7: Kinetik enerji

Örnek-3: Yukarıdaki arabanın kinetik enerjisini hesaplayacak olursak

Çözüm: Ek=1/2m.V^2 Ek=1/2.1100.80^2 Ek=3520000 joule

Örnek-4: Kütlesi 20 kg olan bir cisim 10m/sn hızla hareket ederken kinetik enerjisi kaç joule‘ dür?

Çözüm :

Ek= 1/2m.V^2

Ek=1/2.20.10^2=1000joule

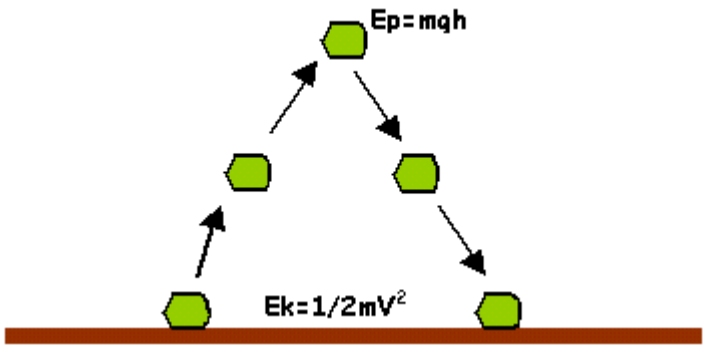
Su akış hâlinde iken kinetik enerjiye sahiptir. Suyun bu enerjisinden farklı enerjiler elde edilerek yararlanılır. Hidroelektrik santrallerinde suyun türbinleri döndürmesi sağlanarak suyun bu enerjisi ilk olarak hareket enerjisine dönüşür daha sonra ise elektrik enerjisi elde edilir.

5.4.3. Enerjinin Korunumu

Yerden belirli bir yükseklikte bulunan bir cisim serbest bırakıldığında yere doğru düşecektir. Bu cisim düşerken hızlanır ve potansiyel enerjisi azalmaya kinetik enerjisi artmaya başlar. Yani cismin potansiyel enerjisi kinetik enerjiye dönüşür.

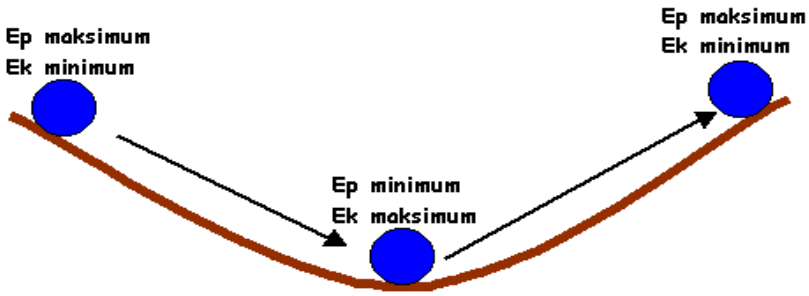
Şekil 5.8: Enerjinin korunumu

Yerden yukarı doğru fırlatılan bir cisim ilk atıldığında daha hızlı hareket edecek, yukarı çıktıkça hızı azalacaktır. Burada da ilk başta kinetik enerji fazla olmasına rağmen bu enerji potansiyel enerjiye dönüşür. Bu cismin hızı bir noktada durur ve bu esnada potansiyel enerjisi maksimum noktaya ulaşır. Cisim yerçekiminin etkisi ile tekrar yeryüzüne doğru hareket eder ve potansiyel enerji kinetik enerjiye dönüşür.



Şekil 5.9: Yukarıya doğru fırlatılan cismin enerji korunumu

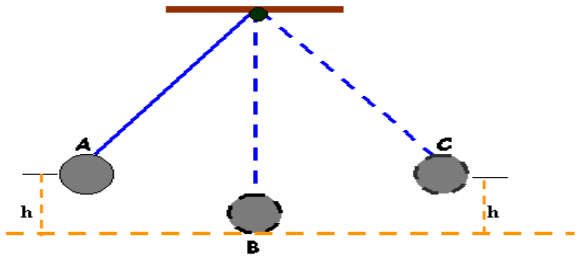
Bir eğik düzlemde hareket eden bir arabanın potansiyel ve kinetik enerjilerini şu şekilde gösterebiliriz:



Şekil 5.10: Eğik düzlemde enerji değişimi

Cisim hareket ettiğinde enerjiler birbirine dönüşebilmektedir. Bu enerji dönüşümler esnasında toplam enerji miktarı sabit kalmaktadır. Bu ilkeye **enerjinin korunumu ilkesi** denilmektedir.

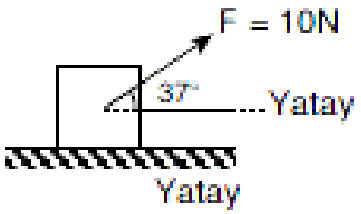
Cisim hareket ederken ortamdaki sürtünme önemsiz ise ısı şeklinde enerji kaybı olmaz. Fakat kinetik enerji artarken potansiyel enerji azalır, potansiyel enerji artarken kinetik enerji azalır. Bu iki enerjinin toplamı ise sürtünmesiz ortamda hiçbir zaman değişmez.



Şekil 5.11: Salınım halindeki cismin enerji değişimi

Yukarıdaki şekilde bir ipin ucuna asılı olan bir cisim salınıma bırakılmıştır. A noktasından harekete başladığı düşünüldüğünde cisim bu noktada potansiyel enerjisinin maksimum olduğu durumdadır. B noktasına gediğinde ise potansiyel enerji minimum, kinetik enerji maksimum düzeydedir. Tekrar C noktasına geldiğinde ise potansiyel enerji maksimum düzeye çıkmıştır. Bu hareketler esnasında toplam enerji sabit kalmaktadır.

UYGULAMA FAALİYETİ



Sürtünmesiz yatay düzlemdeki F kuvveti şekildeki gibi uygulanıyor. Cismin 20 metrelik yer değiştirmesi durumunda yapılan iş kaç joule olur.

Verilen problemleri hesaplamak için aşağıdaki uygulamaları yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Sistemi inceleyiniz.	➢ Doğrultu ve yönlerine göre kuvvet tipini belirleyiniz.
➢ Kullanacağınız formülü belirleyiniz.	➢ Açılı yüzey olduğuna dikkat ediniz.
➢ Hesaplamasını yapınız.	➢ Trigonometrik cetveli kullanınız. ➢ Gerekli işlemleri yapınız.

Çözüm:

F kuvvetinin yatay bileşeni iş yapacağından

$W = F \cdot \Delta x$

$W = 10.\cos 37^{o}. \Delta x$

$W = 10.0,8.20 = 160$ joule bulunur.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet,** kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Kuvvetleri sınıflandırdınız mı?		
2. Kullanacağınız formülü belirlediniz mi?		
3. Hesaplamasını yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme" ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin sonunda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız

1. (…)Bir kuvvet, bir cisme uygulandığında, onu kendi doğrultusunda hareket ettiriyorsa iş yaptırmış olur.
2. (…)Birim zamanda harcanan enerjiye veya üretilen enerjiye güç denir.
3. (…)Cisimlerin hareket halinde olmadıkları durumlarda sahip oldukları enerjiye kinetik enerji denir.

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

4. Potansiyel enerjinin simgesi ……. ve birimi……’dir.

5. Güç …….. ile gösterilir ve birimi ……'dır.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

6. Aşağıdakilerden hangisi iş’ e örnek verilemez?

A)Masa üzerinde kitabı hareket ettirmekB)Masada yemek yenmesi
C)Aracın hareket ettirilmesiD)Asansörün üst kata çıkarılması

7. 80 kg’lık bir at arabasına 5m yol aldırmakla yapılan iş kaç joule’dür (Sürtünme yok.) ?

A)3000B)3750C)4000D)4250

8. Kütlesi 20 kg olan bir cisim 10m/s hızla hareket ederken kinetik enerjisi kaç joule‘dür?

A)250B)500C)750D)1000

9. 5 m yükseklikte bulunan 50 kg kütleli bir taşın yere göre potansiyel enerjisi kaç joule’ dür ($g=10m/sn^2$)?
A)2500B)3250C)3500D)4000

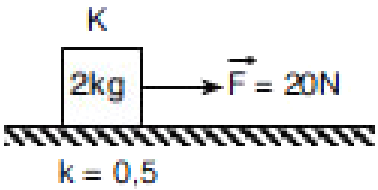
10. Bir asansör içindeki 300kg yükü 0,5 m/sn sabit hızla 5m yükseğe çıkardığına göre asansör motorunun gücü kaç Watt’tır($g=10m/sn^2$, ortam sürtünmesiz)?

A)1500B) 2000C)2500D)3000

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME



Sürtünmeli yatay yolda duran K cismine F= 200N kuvvet uygulanıyor.
Cisim yatayda 10 metre yol aldığında cisim için yapılan iş kaç joule olur?

Verilen problemleri hesaplamak için aşağıdaki uygulamaları yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Sistemi inceleyiniz. ➢	➢ Doğrultu ve yönlerine göre kuvvet tipini belirleyiniz. ➢
➢ Kullanacağınız formülü belirleyiniz.	➢ Sürtünmeye dikkat ediniz
➢ Hesaplamasını yapınız.	➢ Gerekli işlemleri yapınız.

Çözüm:

Cisim için yapılan iş
W_{cisim}= (F-Fs). Δx
F=20N
Fs= mgk=2.10.0,5=10N
W_{cisim}=(20-10)=100 joule

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet,** kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Kuvvetleri sınıflandırdınız mı?		
2. Kullanacağınız formülü belirlediniz mi?		
3. Hesaplamasını yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetlerini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ–1 CEVAP ANAHTARI

1	**D**	**10**	**Sinematik**
2	**B**	**11**	**İvme ,a ,m/sn²**
3	**A**	**12**	**Hız**
4	**D**	**13**	**Dairesel hareket**
5	**A**	**14**	**Doğru**
6	**D**	**15**	**Yanlış**
7	**A**	**16**	**Doğru**
8	**B**	**17**	**Doğru**
9	**E**		

ÖĞRENME FAALİYETİ–2 CEVAP ANAHTARI

1	**Dinamik**
2	**Büyük, küçük**
3	**zıt**
4	**Doğru**
5	**Doğru**
6	**B**
7	**B**
8	**A**
9	**C**
10	**C**

ÖĞRENME FAALİYETİ–3 CEVAP ANAHTARI

1	**Yanlış**
2	**Doğru**
3	**Zıt, büyük**
4	**sürtünme**
5	**yağlanması**
6	**D**
7	**A**
8	**B**
9	**A**
10	**C**

ÖĞRENME FAALİYETİ–4 CEVAP ANAHTARI

1	**Doğru**
2	**Doğru**
3	**Yanlış**
4	**merkezcil**
5	**Zıt, eşit**
6	**C**
7	**D**
8	**A**
9	**B**
10	**D**

ÖĞRENME FAALİYETİ–5 CEVAP ANAHTARI

1	**Doğru**
2	**Doğru**
3	**Yanlış**
4	**Ep-Joule**
5	**P-Watt**
6	**B**
7	**C**
8	**D**
9	**A**
10	**A**

KAYNAKÇA

- http://eng.ankara.edu.tr/~hsari , Erişim tarihi, 07/08/2011.
- Fen ve Mühendislik için FİZİK-I (Mekanik), Palme Yayıncılık, 2005.
- http://egitek.meb.gov.tr/aok/aok_kitaplar/Kitaplar_Aol.htm Erişim tarihi, 10/08/2011
- http://egitek.meb.gov.tr/aok/aok_kitaplar/AolKitaplar/Fizik_4/1.pdf Erişim tarihi, 10/08/2011
- **Lise 1 Fizik**, MEGSB Devlet Kitapları, İstanbul, 1986.
- Türk Dil Kurumu Yayınları, **İmla Kılavuzu** , Ankara, 2000.
- Türk Dil Kurumu Yayınları, **Türkçe Sözlük**, Ankara, 1996.
- Açıköğretim Lisesi, **Fizik 1-2 Ders Notu**, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Ankara, Mart, 1998.
- KILIÇKAYA M. Selami, Kemal TANER, **Fizik-Mekanik**, Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Fizik Lisans Tamamlama Programı, Eskişehir, Şubat, 1991.
- URAL Osman, **Lise 1 Fizik**, Oran Yayıncılık ve San. Ltd. Şti. ,İzmir, 1992.